GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

Eng 5057.81

HARVAR

BOUGHT FRC

PETER P.

FOR FRENCH WORKS
AND ON CHEMI
APPLIED

Digitized by Google

TRAITÉ

DE LA CONSTRUCTION

DES VAISSEAUX.

Digitized by Google

TRAITÉ

DE LA CONSTRUCTION

DES VAISSEAUX,

AVEC des Eclairciſſemens & Démonſtrations touchant l'Ouvrage intitulé :

ARCHITECTURA NAVALIS MERCATORIA, &c.

PAR FRÉDERIC-HENRI DE CHAPMAN,

Chevalier de l'Ordre Royal de l'Épée, premier Conſtructeur des Armées Navales, & de l'Académie Royale de Stockholm :

TRADUIT DU SUÉDOIS,

PUBLIÉ avec quelques notes & additions pour en rendre la lecture indépendante du grand Ouvrage en Planches du même Auteur, Architectura, &c. *mentionné ci-deſſus. Par* M. VIAL DU CLAIRBOIS, *ſous-Ingénieur-Conſtructeur, & de l'Académie Royale de Marine.*

A BREST,

Chez R. MALASSIS, Imprimeur ordinaire du Roi & de la Marine.

A PARIS,

Chez { Durand, neveu, Libraire, rue Galande.
Jombert, jeune, Libraire, rue Dauphine.

AVEC APPROBATION ET PRIVILÉGE DU ROI. 1781.

Digitized by Google

Eng 5057.81

HARVARD COLLEGE
APR 9 1923
LIBRARY
BEQUEST OF

Digitized by Google

A MONSEIGNEUR
CHARLES-EUGÊNE-GABRIEL
DE LA CROIX,

MARQUIS DE CASTRIES, COMTE D'ALAIS, Lieutenant général des Armées du Roi, Chevalier de ses Ordres, Lieutenant général de la Ville de Lyon, Lyonnois & Forès, Gouverneur des Ville & Citadelle de Montpellier, Ville et Port de Cette, Mestre-de-camp-général de la Cavalerie Française et Etrangere, Commandant général du Corps de la Gendarmerie, Ministre et Secrétaire d'Etat, ayant le Département de la Marine & des Colonies.

MONSEIGNEUR,

L'hommage d'un Ouvrage utile au progrès de l'Art de la Construction des Vaisseaux, appartient au Ministre qui ne

reſpire que l'avantage de la Marine : j'ai dû vous offrir celui de ma Traduction. Vous avez, MONSEIGNEUR, *daigné l'accepter ; agréez-en cette expreſſion de ma vive reconnoiſſance.*

Je ſuis avec reſpect,

MONSEIGNEUR;

Votre très-humble &
très-obéiſſant Serviteur,
VIAL DU CLAIRBOIS.

Digitized by Google

M. DE CHAPMAN, Conſtructeur des Armées Navales de Suede, publia en 1768 un Ouvrage en planches ſur l'Architecture Navale, intitulé : *Architectura Navalis Mercatoria, &c.*

Il m'avoit paru, par pluſieurs Conſtructions ponctuées ſur les plans qui le compoſent, que l'Auteur étoit un homme inſtruit, un véritable Ingénieur. Il m'eſt tombé entre les mains, l'hyver dernier, *un Traité de Conſtruction en langue Suédoiſe*, qu'il a depuis mis au jour (en 1775) : dans la prévention avantageuſe où je me trouvois, des talens diſtingués de ce Conſtructeur, j'ai jugé que ce nouvel Ouvrage pourroit être utile à la Marine : je formai le deſſein d'en faire la traduction. J'y ai trouvé des facilités bien au-delà de mes eſpérances. M. de Löwenörn, Officier de la Marine Danoiſe, ſervant dans notre Armée, jeune homme plein d'eſprit, de connoiſſances, a eu la complaiſance de vouloir bien employer les intervalles que lui laiſſoit le ſervice, à travailler avec moi pour mettre cet Ouvrage dans un état tel que je puſſe l'entendre. A fur & à meſure que nous allions de l'avant, je reconnoiſſois de plus en plus que nous ne perdions pas nos peines.

Ce Traité eſt plein de choſes neuves ; quelques-unes très-bien vues : d'autres ne préſentent que des apperçues. Mais ſi l'Auteur n'eſt pas toujours parvenu au but, au moins paroît-il être dans la carriere, & nous lui devons de nous mettre dans le cas de partir du point où il eſt arrivé par ſes propres forces. On entend que je veux parler de la queſtion de la réſiſtance du fluide ſur les corps en mouvement.

Il en eſt de même de tous les problêmes fameux dans les arts & ſciences. Les connoiſſances ne vont pas par ſaut & par bond, ſi je puis m'exprimer ainſi ; elles s'avancent par degrés. Il y a beaucoup de mérite à bien engréner & à parcourir des intervalles ſenſibles dans la carriere des Sciences ; c'eſt le ſeul qu'aient jamais eu la plupart des grands hommes : peu de perſonnes peuvent revendiquer abſolument une découverte importante.

J'avois quelqu'inquiétude ſur une liaiſon que M. de Chapman ſembloit vouloir établir entre ſon Traité & l'Ouvrage en planches, publié ſept ans avant. Ce dernier ne ſe trouve pas en France, & coûte 180 livres en Hollande, en feuilles. Il eſt de nature à occuper dignement une place dans le cabinet des curieux ſur cette ma-

Digitized by Google

tiere, mais il n'eſt pas d'un prix à la portée de tout le monde: ainſi, ſi ces deux Ouvrages s'étoient trouvés liés d'une façon inſéparable, il n'y eut eu guere que le Gouvernement qui auroit pu haſarder la dépenſe de la publication. Mais, comme je l'avois eſpéré, ils n'ont qu'un rapport éloigné, & ſi l'on en excepte le douzieme chapitre du Traité qui n'eſt qu'une répétition de l'écrit qui accompagne l'Ouvrage en planches, tout ce Traité peut s'entendre parfaitement, en ajoutant aux figures du livre trois plans de Vaiſſeaux pris dans les grandes planches: & c'eſt ce que j'ai fait.

Un célebre Aſtronome *, grand Obſervateur, mais point du tout Conſtructeur, ni homme de mer, a auſſi entrepris, m'a-t-on dit, cette traduction. Son zele eſt louable: mais il eſt inconcevable qu'il puiſſe remplir cette tâche d'une maniere tant ſoit peu ſatisfaiſante. Comment, au milieu de Paris, aura-t-il pu comprendre un livre plein de termes techniques qui lui ſont, & à tout ce qui l'entoure, à tous égards, parfaitement étrangers! Cette concurrence ne m'a point arrêté. Il y a ici à entendre, indépendamment du langage Suédois, celui du Géometre, de la Marine, & du Conſtructeur.

M. de Chapman, pour les choſes de géométrie, ſuit un certain Auteur Anglais, peu connu en France. Quant à moi, j'ai recherché les mêmes propoſitions dans le Cours de M. Bezout, & je les y ai preſque toujours trouvées. J'y renvoie, comme je l'ai fait dans mon *Eſſai ſur l'Architecture Navale.*

---

* Ceci a été écrit, & mon manuſcrit a été envoyé au Miniſtre en Août 1779. Il l'a renvoyé à l'examen de l'Académie de Marine le 4 Septembre ſuivant.

Digitized by Google

PRÉFACE
DE
L'AUTEUR.

SI, conſidérant la quantité de Vaiſſeaux qui ont été conſtruits depuis que les hommes ont entrepris de naviguer, & de traverſer l'Océan, on remarque tous les pas que l'on a faits vers la perfection dans l'art de la Conſtruction, on ſera d'abord tenté de croire qu'on en a enfin atteint le dernier dégré. Ce qui pourroit encore donner de la force à cette opinion, ſeroit une obſervation ſur le peu de changemens conſidérables qu'ont, de notre ſiecle, éprouvés les Vaiſſeaux, ſoit dans leur forme, ſoit dans leur gréement.

Mais que d'un autre côté on enviſage le grand nombre de différentes eſpeces de Bâtimens dont on ſe ſert ſeulement en Europe ; cette variété infinie ſemblera prouver au contraire que tant ceux qui conſtruiſent les Vaiſſeaux, que ceux qui les gréent, n'ont pu encore trouver leur vraie forme, ni la meilleure maniere de les gréer, & en général, & pour chaque eſpece de Bâtiment en particulier.

Pour pouvoir ſe décider ſur le dégré de perfection auquel les Navires, en général, peuvent être parvenus, diviſons en deux claſſes les Vaiſſeaux de toutes les Nations ;

dans l'une nous comprendrons les moindres Bâtimens, ou ceux dont on ſe ſert pour le cabotage & les petites navigations ; dans l'autre les plus grands, ou ceux qu'on emploie aux voyages de long cours, & qui ſont propres à naviguer ſur l'Océan.

En examinant la premiere claſſe, on voit les Bâtimens dont ſe ſervent les différens Peuples pour le tranſport dans leur cabotage, ou leur commerce avec leur plus proche voiſin. Mais comme les climats, l'étendue & la profondeur des mers, les poſitions des pays par rapport à la mer & entr'eux, auſſi leurs productions, ſont très-différens de nation à nation, les Bâtimens ne peuvent être de la même eſpece ; ils doivent néceſſairement être aſſujettis à ces circonſtances, tant dans leur proportion & leur forme, que dans leur maniere d'être gréés, de façon qu'on trouve une ſorte de perfection même dans leur différence, relativement à leur deſtination.

Si enſuite on obſerve les Bâtimens compris dans la ſeconde claſſe, on reconnoîtra que, conſtruits pour le même but, ils ſont, quoique de nations différentes, reſſemblans dans les parties eſſentielles ; qu'on remarque leur proportion, on trouvera que les bornes pour la largeur ſont entre le tiers & le quart de la longueur, que les moindres ont ordinairement plus de largeur par rapport à la longueur, que les plus grands, que le tirant-d'eau eſt quelque choſe de plus ou de moins que la demi-largeur ; la hauteur au-deſſus de l'eau a auſſi ſes bornes qui ſe reglent d'après la deſtination particuliere du Vaiſſeau. Pour ce qui regarde les emménagemens, ils ont une grande reſſemblance dans ces

Vaiſſeaux de toutes les Nations ; ils ne different que dans des choſes peu eſſentielles, où chacun peut faire faire ce qu'il trouve le plus commode. Par rapport à la forme, on voit que tous les Vaiſſeaux ont leur plus grande largeur un peu en avant du milieu ; qu'ils ſont plus taillés de l'arriere que de l'avant ; que ceux qui ſont deſtinés à la charge, ſont plus pleins dans les fonds, & que ceux qui ſont deſtinés pour la marche, y ſont plus taillés ; que l'étambot a de la quête, & l'étrave de l'élancement ; qu'ils ont plus de tirant-d'eau de l'arriere que de l'avant, &c. Quant au gréement, la plupart des Bâtimens ont trois mâts, d'autres deux, & quelques-uns, un ſeul ; ce qui dépend de leur grandeur. Ces mâts ont à peu-près, par rapport aux Vaiſſeaux & à la maniere de les gréer, les mêmes proportions, & ſont placés de même. Ils ſont auſſi généralement gréés de la même façon, excepté qu'ils peuvent avoir plus ou moins de voilure, ſuivant l'idée de l'Armateur. Tous les Vaiſſeaux ont leur centre de gravité un peu de l'avant du milieu, & le centre de gravité de la voilure toujours en avant du centre de gravité du Vaiſſeau.

C'eſt de cette façon que ſont faits tous les Bâtimens qui doivent naviguer ſur les grandes mers ; & comme on n'y eſt arrivé qu'après des eſſais, des expériences infinies, & des changemens opérés en conſéquence, on ne doit pas en dépaſſer les bornes.

Mais les proportions des Vaiſſeaux ainſi renfermées dans de certaines limites, offrent encore, quant à leurs formes, tant de variations, qu'il s'enſuit un nombre infini de qualités, plus ou moins bonnes, plus ou moins mauvaiſes.

Il exiſte des Vaiſſeaux qui poſſedent toutes les qualités que l'on peut raiſonnablement exiger, & il y en a d'autres qui, quoique dans les bornes dont on vient de faire mention, ont cependant toutes ſortes de défauts.

Dans la Conſtruction des Vaiſſeaux, communément on fait des eſſais à diverſes repriſes pour en améliorer la forme, chacun d'après ſa propre expérience; ainſi, quand on a conſtruit un Vaiſſeau, qu'il a été éprouvé, & qu'on lui a trouvé telle ou telle mauvaiſe qualité, on croit pouvoir, pour un autre, remédier à ce défaut: mais il arrive preſque toujours que le réſultat a été dans un nouveau Vaiſſeau, qu'il a contracté un vice auſſi eſſentiel, & même ſouvent qu'on a augmenté dans un plus grand dégré celui qu'on a voulu corriger. Même on s'eſt quelquefois trouvé incertain ſi ce défaut provient de la forme du Vaiſſeau ou de quelques autres circonſtances.

On voit, comme cela, que c'eſt un haſard de bâtir un Vaiſſeau avec de plus ou moins bonnes qualités, & qu'il s'enſuit que tant qu'on n'aura pas une bonne théorie ſur la conſtruction, qu'on n'aura par devers ſoi que de ſimples expériences & eſſais, elle n'acquerra pas une plus grande perfection, & elle demeurera, tout au plus, au même point que celle de ce tems-ci.

Il devient donc eſſentiel de découvrir quelles ſont les connoiſſances qui peuvent conduire à cette perfection.

Voyant que des Vaiſſeaux, dans les bornes ci-deſſus mentionnées, ſont, comme nous le venons de dire, très-différens dans leurs qualités (ce qui arrive même à des Bâtimens de formes ſemblables), ou qu'avec un petit change-

ment dans la forme, il acquiert une qualité tout-a-fait contraire à celle qu'on s'étoit propoſé de lui donner, on doit conclure que cela provient de quelques raiſons phyſiques, & que l'art de conſtruire des Vaiſſeaux ne pourra parvenir à une plus grande perfection que d'après une théorie qui mettra ces raiſons en évidence.

Dans tous les Arts & Sciences, il y a une théorie cachée qu'il eſt d'autant plus ou d'autant moins difficile de rencontrer, que cet Art ou cette Science dépend plus ou moins de cauſes phyſiques.

Archimede même a fait des recherches ſur la théorie de l'action des rames, & beaucoup d'autres après lui, cependant on ne peut pas dire encore qu'elle ſoit fort ſatisfaiſante. Cette recherche rencontrant tant de difficultés, quelles ne doivent donc pas être celles de la théorie du Navire où tant de circonſtances différentes ſont raſſemblées!

Il eſt vrai qu'on ſe ſert fort avantageuſement de la rame pour nager, du canon pour tirer; on emploie de même un nombre infini de machines, ſans regarder comme d'une néceſſité abſolue d'en approfondir la théorie. On voit combien peu ces machines peuvent être perfectionnées par ſon ſecours. Il ſeroit peut-être queſtion de quelques pouces de plus ou moins ſur la longueur de la rame; d'un vingtieme de moins de matiere pour un canon de même force. Ainſi la théorie pour ces objets n'eſt pas auſſi néceſſaire que pour les Vaiſſeaux.

On a à craindre, pour les Navires, une infinité de mauvaiſes qualités de très-grande conſéquence auxquelles on n'eſt pas certain de pouvoir les ſouſtraire ſans en connoître la théorie. La Conſtruction des Vaiſſeaux & leur

armement entraînent dans une trop grande dépenſe pour ne pas faire en ſorte de ſe raſſurer d'avance ſur leur qualité & la bonté de leur ſervice. La théorie qui démontre les cauſes de ces différentes qualités, qui fait voir ſi les défauts qu'il s'y rencontrent proviennent de leur forme ou de quelqu'autre ſujet, eſt donc très-importante. Mais le fondement de cette théorie, c'eſt à la pratique & à l'expérience de le donner. On peut par conſéquent encore conclure que la ſcience de conſtruire les Vaiſſeaux ne peut jamais être portée au dernier dégré de perfection, & qu'on ne peut leur donner toutes les qualités poſſibles ſans la réunion des connoiſſances théoriques & pratiques.

De poſſéder cette théorie dans toute ſon étendue, cela paroît ſurpaſſer les forces de l'eſprit humain; on eſt donc obligé de ſe contenter d'une partie de cette Science vaſte; c'eſt-à-dire, d'en ſavoir aſſez pour donner aux Vaiſſeaux les qualités principales, que j'eſtime être:

1°. Qu'un Bâtiment, avec un certain tirant-d'eau, puiſſe contenir & porter une charge déterminée.

2°. Qu'il ait une ſtabilité ſuffiſante & auſſi déterminée.

3°. Qu'il ſe comporte bien à la mer, de façon que les mouvemens de roulis & de tangages n'en ſoient pas trop vifs.

4°. Qu'il marche bien vent-arriere comme au plus près, & qu'il gagne dans le vent.

5°. Qu'il ne ſoit pas trop ardent, & cependant qu'il vire facilement de bord.

Dans toutes ces qualités, il y en a dont les cauſes ſe contrarient directement; il s'agit de trouver, au moyen de la théorie & de la pratique, un milieu entre ces contra-

dictions qui produiſe un *maximum* pour l'objet qu'on ſe propoſe.

C'eſt le ſujet de ce petit traité. Si j'ai réuſſi, c'eſt ce qu'on verra par la lecture de l'Ouvrage. On y trouvera des choſes, tant de théorie que de pratique, qu'on chercheroit vainement ailleurs, & qui pourront mériter l'attention des perſonnes qui veulent s'appliquer à cette Science: on y reconnoîtra d'ailleurs que ſes principes ſont de nature à ſe pouvoir démontrer, quoiqu'elle ſoit une des plus difficiles.

Au ſurplus on ne peut diſſimuler qu'elle a un grand déſagrément, en quoi elle differe des autres Sciences: c'eſt que, quand même on auroit ſuivi la théorie avec la plus grande exactitude, & qu'on auroit, d'après ſes regles, exécuté avec le plus grand ſoin *, le Conſtructeur peut

---

* Ce ſoin, dans l'exécution, eſt de la plus grande importance, & on ne peut être trop vigilant pour ne pas ſortir de ſes projets de conſtruction; le concours de pluſieurs écarts, chacun peu conſidérable en lui-même, peut être cauſe que l'on faſſe de mauvais Bâtimens ſur de bons plans. Il peut arriver que le Vaiſſeau ſe trouve avoir un échantillon différent de celui qu'on avoit arrêté; les Charpentiers, en travaillant leurs pieces, laiſſent toujours plus de bois que moins; ils jugent que cet excédent ſera jetté bas dans le paré: mais ſi la bâtiſſe ſe trouve plus uniforme qu'ils ne l'avoient penſé, il reſte trop de bois ſur le tour, & cela augmente la peſanteur de coque.

Il peut naître, parmi les perſonnes qui font conſtruire, des idées après coup auxquelles il eſt dangereux de ſe rendre: on voudra, par exemple, faire boiſer en plein bois les hauts d'un Vaiſſeau de guerre ou Corſaire pour leur donner plus de réſiſtance au boulet; il faut que la forme des fonds puiſſe permettre ce ſurcroît de poids auſſi déſavantageuſement placé. Le Conſtructeur qui n'a pas été prévenu à l'avance, doit ſe refuſer à une pareille propoſition; ou, en molliſſant ſur ce point, il pourra donner à ſon Vaiſſeau un défaut de ſtabilité & de déplacement: le défaut de déplacement augmentera encore celui de ſtabilité, ſi, pour conſerver de la batterie, on embarque moins de leſt, tandis que le ſurcroît de poids, dans les hauts, exigeroit qu'on en prît davantage.

cependant courir riſque de perdre ſa réputation. Car quoiqu'un Vaiſſeau ait été conſtruit d'après toutes les régles que preſcrivent la théorie & la pratique; que ſes mâts & vergues ſoient bien placés & dans leur vrai rapport ; qu'on

---

La peſanteur ſpécifique des bois varie aſſez pour être auſſi l'objet d'une attention ſcrupuleuſe; quelquefois le bois de chêne peſe ſeulement 66 liv. le pied cube, alors il eſt flottant; quelquefois il peſe plus que l'eau de mer, alors il eſt ce que l'on appelle *fondrier*; il va au fond: il y a de ces bois fondriers qui vont juſqu'à 84 & même 90 liv. le pied cube. Si, pour finir une conſtruction, on reçoit des bois fondriers d'une grande peſanteur, il faut tâcher de diminuer à proportion l'échantillon des pieces; ou l'on auroit encore, par ce chef, défaut de ſtabilité & défaut de déplacement.

On connoît un moyen ſimple de ſe procurer la peſanteur ſpécifique des bois, ainſi que de toutes autres matieres: c'eſt celui qu'offre la balance hydroſtatique. Peſez un morceau de bois de quelque figure que ce ſoit, ou un faix de copeaux d'une même piece; enſuite, s'il eſt fondrier, voyez ce qui lui reſte de peſanteur étant entiérement plongé dans l'eau de mer; du poids de ce morceau ou faix de bois peſé dans l'air, déduiſez ſon poids, peſé dans l'eau, il reſtera le poids d'un volume d'eau égal à celui du bois: il n'y aura plus, pour avoir le poids d'un pied cube de ce bois, qu'à faire une regle de trois, dont le premier terme ſoit la peſanteur du volume d'eau égal à celui du bois; le ſecond terme, le poids du pied cubique d'eau; le troiſieme terme, le poids du bois peſé dans l'air: on aura, pour quatrieme terme, le poids du pied cube de ce bois. Si le faix ou le morceau de bois, eſt flottant, voyez ce que peſe dans l'eau un corps quelconque, mais d'une grande denſité, qui ne puiſſe s'imbiber, d'une peſanteur ſpécifique plus conſidérable que celle de l'eau de mer, & ſuffiſante pour faire ſubmerger le bois en expérience, le corps y étant attaché; peſez enſuite, toujours dans l'eau, le bois & le corps liés enſemble; déduiſez le poids du bois & du corps, du poids du corps ſeul; ajoutez le reſtant au poids du morceau de bois peſé dans l'air; vous aurez le poids du volume d'eau déplacé: il n'y aura plus à faire que la regle de trois pour avoir le poids du pied cubique de ce bois.

Récapitulons en un mot: ſi en même tems, premiérement le Charpentier, trop peu ſuivi dans l'exécution, a donné plus d'échantillon que celui ſuivant le devis; deuxiémement, ſi l'on a boiſé en plein bois, les hauts, contre l'uſage & le projet; troiſiémement, ſi ces hauts ſe trouvent de bois d'une peſanteur ſpécifique extraordinaire: & cela, dans un Vaiſſeau qui auroit eu tout juſte la ſtabilité qu'il convient: ce Bâtiment ſe trouvera abſolument manqué.

ſoit

ſoit ſûr enfin que ce Bâtiment poſſede toutes les meilleures qualités ; il peut cependant arriver qu'un tel Vaiſſeau ſe comportera très-mal, ce qui proviendroit des raiſons ſuivantes :

1°. Quoique le gréement du Vaiſſeau (quand les mâts & les vergues ſont placés en leur lieu, & ſont dans un juſte rapport) n'eſt pas un objet ſi conſidérable que chaque Marin n'en doive connoître les proportions, il arrive cependant ſouvent qu'on emploie des manœuvres trop fortes & des poulies trop groſſes, ce qui produit un poids trop conſidérable dans les hauts. Il peut auſſi ſe trouver que les voiles ſoient mal coupées ; le Vaiſſeau perdra, par cette raiſon, l'avantage de bien marcher au plus près ; de bien virer de bord, &c. : d'où il peut réſulter de grands inconvéniens, où la forme du Bâtiment n'ait aucune part.

2°. Le Vaiſſeau eſt encore expoſé à perdre de ſes qualités en toute maniere, par une mauvaiſe diſpoſition de ſon arrimage. Si la charge eſt trop bas, le moment de ſtabilité deviendra trop grand, ce qui doit produire des mouvemens de roulis durs. Au contraire, ſi l'on éleve trop le poids de la charge, le Vaiſſeau portera mal la voile, lorſqu'il vente bon frais, & il ne pourroit ſe relever d'une côte où il ſeroit affalé. Si on le charge trop à ſes extrémités, il ſera ſujet à un grand mouvement de tangage, qui retardera beaucoup ſa marche, & à pluſieurs autres inconvéniens qui ne proviennent pas davantage du Bâtiment en lui-même.

3°. La bonne maniere de ſe comporter d'un Navire dépend auſſi beaucoup de la manœuvre ; car ſi les voiles ne

ſont pas bien orientées, par rapport à la direction du vent & de la route, on perdra de la marche ; il pourra devenir lâche au point de manquer de virer de bord, ce qui met ſouvent un Vaiſſeau dans une poſition critique : dans les ſoins du manœuvrier, on comprend l'attention au tirant-d'eau, & à la maniere de rider les haubans & étais, dont dépendent beaucoup les qualités du Vaiſſeau.

Au ſurplus, la bonne manœuvre eſt d'une plus grande conſéquence ſur un Corſaire que ſur un Bâtiment marchand. Le manœuvrier doit ſavoir tirer le meilleur parti des qualités de ſon Bâtiment pour parvenir à ſes fins, puiſqu'il a affaire à un ennemi qui pourroit profiter de ſes fautes pour ſe rendre maître de l'attaquer, & le réduire à la ſeule défenſive; ou bien il eſt poſſible qu'il manque de ſe retirer de devant un ennemi ſupérieur, quoique ſon Vaiſſeau ſoit bon. Ainſi, un Armateur peut faire des pertes conſidérables de mille manieres, moins par les défauts de ſon Bâtiment, que par l'ignorance de celui qui le commande. Auſſi ne voit-on que trop ſouvent qu'un Vaiſſeau montre les meilleures qualités pendant une campagne, & les plus mauvaiſes pendant une autre.

Enfin, on voit par tout ceci, qu'un Vaiſſeau de la meilleure forme ne manifeſtera ſes bonnes qualités que lorſqu'il ſera en même tems bien gréé, bien arrimé, & bien manœuvré de la part de ceux qui le commandent.

RAPPORT des Commissaires nommés par l'Académie Royale de Marine, pour examiner la traduction d'un Traité de Construction de M. de Chapman, faite par M. VIAL DU CLAIRBOIS, en 1779.

LE Traité de Conſtruction des Vaiſſeaux de M. de Chapman eſt un Ouvrage vraiment original, & le premier ſur cet objet qui ſoit ſorti des mains d'un homme du métier. Auſſi nous paroît-il jetter beaucoup de jour ſur cette partie importante de la Science de la Marine.

Ce célebre Conſtructeur commence par donner une nouvelle méthode de calcul de déplacement, qui, ſans être beaucoup plus longue que celle que l'on emploie communément, donne un réſultat infiniment plus exact; on conſidere ordinairement les parties curvilignes des plans de flottaiſons ou de gabarits entre les extrémités des ordonnées, comme des droites; M. de Chapman les regardent comme des parties paraboliques; & de la nature de cette ſection conique & du trapeze, il tire une expreſſion, ſur laquelle il fonde un calcul aſſez ſimple. Quelques perſonnes pourront trouver cette préciſion minutieuſe; mais, en réfléchiſſant ſur cet objet, on verra qu'il demande tous les ſoins & toutes les peines imaginables. Il n'eſt que trop vrai que de nos jours il ſe manque encore des Vaiſſeaux, & cela probablement, par beaucoup de négligences qui, chacune petite en elle-même, ſe trouvant par hazard dans le même ſens, font ſomme, & cauſent l'effet le plus fâcheux.

Le chapitre de la ſtabilité n'offre rien de neuf: comme cette matiere a été fort bien traitée par pluſieurs Auteurs, M. de Chapman ſuit leurs traces. Cependant il veut établir une propoſition ſur le lieu de la carene où doit ſe faire l'augmentation de déplacement, pour une certaine augmentation de poids que devroit recevoir le Vaiſſeau; mais il fait, dans ſon calcul, une faute d'analyſe conſidérable, &, ſon expreſſion ſe trouvant fauſſe, ainſi que

le fait obſerver M. Vial du Clairbois, le ſyſtême de conſtruction qu'il bâtit ſur un auſſi mauvais fondement, ne peut que s'écrouler. Au ſurplus, comme ce Traité eſt un ouvrage plutôt élémentaire que ſyſtématique, ce défaut n'influe en rien ſur ce qui vient à la ſuite.

On trouve auſſi dans nos bons Auteurs, & particulierement dans la Méchanique de M. Bezout, ce que M. de Chapman dit des centres d'oſcillation & de percuſſion par rapport au mouvement de roulis & de tangage. Il réſulte, de ce que l'on voit par-tout à ce ſujet, que pour diminuer les mouvemens de roulis, il faut rejetter ſur ſtribord & bâbord les poids les plus conſidérables, afin de donner ce que l'on appelle un *plus grand moment d'inertie*. Il eſt bon de remarquer ici que l'on a quelquefois mal pris cette conſéquence, très-bien fondée; on a perdu la ſtabilité de plus d'un Vaiſſeau, en rejettant ſur les aîles grande quantité de leſt de fer, parce qu'en éloignant ces poids du milieu, les ſoutenant au bout de la varangue, on les exhauſſoit: dans un Bâtiment qui n'a qu'une ſtabilité ſuffiſante, il ne faut rejetter les plus grands poids ſur les aîles qu'autant que cela peut s'accorder avec la condition de ne les pas exhauſſer.

Le chapitre de la réſiſtance qu'éprouve le Vaiſſeau en mouvement de la part du fluide, nous paroît contenir de bonnes vues, qui, quoiqu'apperçues par d'autres Auteurs, * étant miſes au jour dans l'étendue qu'il leur donne, doit fournir des idées naturelles leſquelles, ſemées dans les génies analyſtes qui s'occupent de cette queſtion importante, pourront germer & mener à ſa maturité ce fruit ſi longtems attendu que l'on ne peut guere eſperer d'un ſeul individu.

Le Vaiſſeau étant en repos, ſa carene eſt preſſée dans tous ſes points par le fluide où il eſt plongé; lorſqu'il eſt mis en mouvement, aux preſſions de l'avant doit être ajoutée l'impulſion de l'eau.... Mais, l'arriere ſe dérobant au fluide, il y a une ceſſation de preſſion, une eſpece d'impulſion négative ſur cette partie qui revient à une impulſion poſitive de l'avant, & doit être ajoutée à celle ſur cette partie: voilà l'idée de M. de Chapman, en

---

* Voyez le Traité de Conſtruction des Vaiſſeaux de M. le Comte du Maitz de Goimpy, Capitaine de Vaiſſeau, (*page* 59.).

conſéquence de laquelle il calcule la réſiſtance ſur ces deux dites parties d'après un réſultat ſynthétique aſſez ſatisfaiſant ; il fait une ſomme de ces réſiſtances qu'il rectifie d'ailleurs par une conſidération fort ſage de l'élévation de l'eau vers la proue, & de ſa chûte dans le remou. Il donne des exemples de ces calculs qui ne laiſſent rien à deſirer.

M. de Chapman traite, avec toute l'habileté qu'on doit attendre de lui, l'objet du centre d'effort du vent dans les voiles, & du moment de la voilure comparé avec la ſtabilité. Sans parler de la force du vent, qui en eſt un des élémens, il donne une expreſſion qu'il tient de l'expérience, & qui, revenant au même pour les perſonnes inſtruites, eſt beaucoup plus ſimple pour celles qui le ſont moins.

Le chapitre 6 contient une diſcuſſion ſur les dimenſions & formes des Vaiſſeaux, bien placée dans la bouche d'un Conſtructeur, & dont effectivement on peut tirer beaucoup d'utilité. On y trouve encore quelques fautes d'analyſes qui ſont relevées par M. V. D. C.

Il a formé une table de proportions, capacités, &c. de Vaiſſeaux de commerce de quatre eſpeces, qui ne peut provenir que de grandes recherches. Les Conſtructeurs ſeuls pourront l'apprécier en y comparant une grande quantité de bons Vaiſſeaux. Si cette table eſt auſſi bonne qu'il y a lieu de le croire, c'eſt une choſe précieuſe. Il n'a pas manqué de donner un exemple pour apprendre à s'en ſervir.

Cet Auteur, dans ſon chapitre 7, entre dans la même diſcuſſion au ſujet des Bâtimens pour la courſe, qui convient aux Frégates les plus conſidérables, & où on trouve une utilité directe pour la Marine Royale. Rien ne lui échappe : mâture, voilure, gréement, armement, munitions de guerre & de bouche, arrimage : les poids de tous ces objets, la détermination de leur emplacement : tout y eſt traité. Il donne des formules générales qui peuvent convenir à tous les Bâtimens propres à la guerre (excepté les Vaiſſeaux de ligne) dont il réſulte pluſieurs tables deſquelles on peut dire ce que l'on a dit de la premiere.

C'eſt aux Officiers qui s'occupent de Conſtructions, & aux corps des Ingénieurs-Conſtructeurs, de les apprécier par des comparaiſons entr'elles & les Frégates & autres Bâtimens de guerre qu'ils reconnoiſſent pour bon. C'eſt auſſi à ces mêmes perſonnes

qu'il appartient de les faire quadrer avec les Vaiſſeaux de ligne, pluſieurs objets pouvant convenir aux uns & aux autres : c'eſt ce que l'on peut attendre de ces Meſſieurs quand la circonſtance des tems leur laiſſera du loiſir.

Le huitieme chapitre eſt conſacré à traiter des dimenſions des mâts & voiles des Vaiſſeaux de commerce, à l'égard deſquels l'économie des Equipages doit modifier la théorie.

On trouve, dans le chapitre ſuivant, la partie pratique du Conſtructeur. Il commence par des tables d'échantillons des pieces. M. de Chapman donne une méthode de cuber exactement toutes les dites pieces travaillées, pour, au moyen de leur péſanteur ſpécifique & la connoiſſance de leur emplacement, ſervir à déterminer tant le poids de la coque que ſon centre de gravité. Il entre enſuite dans le détail du tracé à la ſalle, ſur le devis d'une Frégate fait dans le meilleur ordre. Les jeunes Officiers qui veulent ſuivre le détail des Conſtructions, y trouveront des choſes fort utiles, qu'ils chercheroient vainement ailleurs.

Ce chapitre finit par la méthode de faire l'échelle de ſolidité, qui, par ſa ſimplicité, peut être fort utile.

M. de Chapman déploie toute ſa théorie de la réſiſtance, dans le dixieme chapitre, pour parvenir à déterminer un emplacement de mâture tel que le Vaiſſeau étant aſſez ardent, cependant ne le ſoit pas trop, en comparant le centre d'effort de cette impulſion, avec celui du vent dans les voiles. Il donne un exemple d'un long calcul à ce ſujet, auquel on doit ſe livrer d'autant plus volontiers, lorſqu'on aura à conſtruire des Vaiſſeaux d'une forme particuliere, que ce Conſtructeur fait voir qu'il cadre parfaitement avec ce qu'on peut obſerver dans les meilleurs Vaiſſeaux. Il démontre géométriquement qu'un Navire mâté au contraire d'après l'ancienne théorie, ne pourroit nullement naviguer.

Dans le onzieme & dernier chapitre, il eſt traité du jaugeage & d'autres inſtructions propres particuliérement pour les Armateurs, mais dont la Marine peut cependant tirer quelqu'uſage par rapport aux Bâtimens de tranſport qu'elle eſt dans le cas de fréter.

Dans le texte il y a un douzieme chapitre, mais qui eſt entiérement relatif au grand ouvrage en planches du même Auteur, intitulé *Architectura navalis Mercatoria*, *&c.* & qui n'eſt qu'une répétition de l'inſtruction en François qui accompagne leſdites planches.

Il nous paroît qu'en publiant cet ouvrage, M. V. D. C. rendra un ſervice réel à la Marine ; il l'a traduit avec intelligence & netteté, & dans les termes de l'art.

La traduction imprimée que nous avons ſous les yeux ne ſemble pas pouvoir faire tort à celle de M. V. D. C. d'autant plus que ladite traduction ne peut ſe lire ſans avoir ſous les yeux le grand ouvrage en planche qui eſt rare & fort cher. Pour en rendre la lecture indépendante, M. V. D. C. en a extrait trois plans de Vaiſſeau qu'il joint aux planches du livre ; ce qui ſuffit pour l'intelligence de cet ouvrage, que nous croyons mériter les éloges de l'Académie, & qui nous paroît digne d'être imprimé.

A Breſt, le 14 *Octobre* 1779.

J. Fortin. Verdun de la Crene. Briqueville. le Baron d'Arros.

Digitized by Google

RAPPORT de Meſſieurs le Baron D'ARROS & FORTIN, *nommés par l'Académie Royale de Marine pour examiner des notes ſur le onzieme chapitre, que M. VIAL DU CLAIRBOIS ajoute à ſa traduction de l'Ouvrage de Chapman.*

NOus avons lu, avec une extrême attention, les notes que M. Vial du Clairbois ajoute à ſa traduction de l'Ouvrage de Chapman, & nous avons remarqué qu'elles ſont très-utiles à l'intelligence de cette traduction; elles portent ſur le jaugeage des Vaiſſeaux marchands tant chargés que déchargés; elles expliquent très-clairement toutes les méthodes qu'on doit ſuivre pour l'exactitude de ces opérations. Il fait des citations d'événemens arrivés à la mer à des Bâtimens mal ou trop chargés; ces citations ſont très-propres à faire connoître aux jeunes Conſtructeurs combien ils ſont obligés de ne rien négliger pour donner de la ſtabilité à leurs Vaiſſeaux, & aux jeunes Marins combien ils doivent avoir attention à les charger, en mettant les matieres les plus péſantes par deſſous pour éviter la bricole, & pour ne pas faire monter le centre de gravité, tant de la charge que de la carene; elles font connoître également le riſque qu'il y a de trop charger un Bâtiment; elles démontrent que le fort étant noyé, le Bâtiment perd toutes les facultés, tant pour porter la voile que pour gouverner, & qu'étant plus lourd qu'il ne faut, il ne s'éleve plus ſur la lame, ce qui l'expoſe à recevoir des coups de mer dans les tempêtes; & que d'ailleurs ſon ſillage eſt preſqu'entiérement ſupprimé.

Dans ces notes on trouve auſſi les longueurs & poids de nos canons de différens calibres; les dimenſions des cordages néceſſaires à leurs armemens; un apperçu des agrès & apparaux d'un Vaiſſeau; le poids des ancres & des futailles de toutes les eſpeces, avec leurs dimenſions.

Tous ces renſeignemens ſont ſelon l'uſage Français, & d'autant plus utiles qu'ils conduiſent, avec le moins d'erreur poſſible, à avoir le poids de la charge de tout Bâtiment de mer.

Cette

Cette connoiſſance eſt d'autant plus indiſpenſable dans l'Architecture navale, qu'elle ſert de baſe à la compoſition des plans de guerre & de commerce. Enfin, le Traducteur donne auſſi, dans ſes notes, une idée des friponneries qui pourroient avoir lieu dans les affrétemens, ſi on s'éloignoit des regles preſcrites pour le jaugeage.

D'après l'examen que nous venons de faire de ces notes, il nous paroît que l'impreſſion en eſt néceſſaire, puiſqu'elles portent une très-grande lumiere à ce chapitre ſi important à la conſtruction & à la navigation.

A Breſt, le 13 *Juillet* 1780.

J. FORTIN. *LE BARON D'ARROS.*

EXTRAIT DES REGISTRES

DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MARINE.

Du 7 Octobre 1779.

MESSIEURS LE BARON D'ARROS, DE BRIQUEVILLE, DE VERDUN DE LA CRENE, ET FORTIN, qui avoient été nommés pour examiner une *traduction du Livre de M. Chapman*, faite par M. VIAL DU CLAIRBOIS, en ayant fait leur rapport; l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impreſſion, qu'elle a approuvé être faite ſous ſon privilége: en foi de quoi j'ai ſigné le préſent certificat.

A Breſt, le 11 *Novembre* 1780.

BLONDEAU, *Sous-Secrétaire.*

PRIVILEGE.

LOUIS PAR LA GRACE DE DIEU, ROI DE FRANCE ET DE NAVARRE: à nos amés & féaux Conſeillers les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maitres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prévôt de Paris, Baillis, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra, SALUT. Ayant jugé à propos de confirmer, par notre Réglement du vingt-quatre Avril de la préſente année, l'établiſſement formé en mil ſept cent cinquante-deux d'une Académie de Marine à Breſt, & voulant exciter, autant qu'il eſt poſſible, le progrès des Sciences & des Arts relatifs à la Marine, & encourager les travaux littéraires des Membres qui compoſent ladite Académie; Nous avons cru devoir lui accorder nos Lettres de Privilege de faire imprimer tous les Ouvrages qu'elle pourra produire. A ces cauſes, nous avons permis à ladite Académie, & nous lui permettons, par ces préſentes, de faire imprimer, par tel Imprimeur qu'elle voudra choiſir, & autant de fois que bon lui ſemblera; de faire vendre & débiter, par-tout notre Royaume, pendaot le tems de douze années conſécutives, à compter du jour de la date des préſentes, *les recherches & obſervations journalieres, ou relations annuelles de tout ce qui aura été fait dans ſes Aſſemblées; & les traités ou mémoires des Particuliers qui la compoſent, & qui auront été lus dans leſdites Aſſemblées, & adoptés par ladite Académie, après avoir fait examiner leſdits Ouvrages, & qu'ils auront été jugés digne de l'impreſſion.* Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres, de quelque qualité & condition qu'ils ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance: comme auſſi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, debiter ni contrefaire leſdits Ouvrages, ni d'en faire aucuns extraits, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit de ladite Académie, ou de ceux qui auront droit d'elle, à peine de confiſcation des exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre à ladite Académie ou à celui qui aura droit d'elle, & de tous dépens, dommages & intérêts. A la charge que ces préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelle; que l'impreſſion deſdits Ouvrages ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en beau papier & beau caractere, conformément aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725, à peine de déchéance du préſent Privilege: qu'avant de l'expoſer en vente, le manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion deſdits Ouvrages, ſera remis dans le même état où l'approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France LE SIEUR HUE DE MIROMENIL; qu'il en ſera enſuite remis deux exemplaires dans notre Bibliothéque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, LE SIEUR DE MAUPEOU, & un dans celle dudit ſieur Hue de Miromenil: le tout à peine de nullité des préſentes; du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ladite Académie & ſes ayans cauſes, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des préſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin deſdits Ouvrages, ſoit tenue pour duement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers-Secrétaires, foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelle, tous Actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Chartres Normandes & Lettres à ce contraires. Car tel eſt notre plaiſir. DONNÉ à Paris le dix-ſeptieme jour de Mai, l'an de grâce mil ſept cent ſoixante-quinze, & de notre Regne le deuxieme. Par le Roi en ſon Conſeil, LE BEGUE.

Régiſtré ſur le Regiſtre XIX de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, numéro 234, folio 442, conformément au Réglement de 1723, qui fait défenſes, article IV, à toutes perſonnes de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter, faire afficher aucuns Livres pour les vendre en leurs noms, ſoit qu'ils s'en diſent les Auteurs ou autrement; & à la charge de fournir a la ſuſdite Chambre, huit exemplaires preſcrits par l'article 108 du même Réglement. A Paris, le 16 Juin 1775. SAILLANT, *Syndic.*

Digitized by Google

AVERTISSEMENT DU TRADUCTEUR.

LEs propoſitions de géométrie, d'algebre & de méchanique pour leſquelles on trouve des renvois dans le courant de cet Ouvrage, doivent ſe chercher dans le Cours de Mathématiques de M. Bézout.

Il y a auſſi des renvois au *Traité du Navire* & à l'*Analyſe démontrée*; le premier de ces deux Ouvrages eſt de M. Bouguer, l'autre du Pere Reynaud; on les trouve chez tous les Libraires aſſortis.

J'ai auſſi cité mon *Eſſai ſur l'Architecture navale.* Il ſe vend à Breſt, chez R. Malaſſis, Imprimeur de la Marine; & à Paris, chez Durand, neveu, rue Galande.

Ce Traité de Conſtruction-ci eſt diviſé par paragraphe auxquels on renvoie pareillement.

La lettre grecque Φ par-tout où on la rencontre, ſignifie *maître couple*; il eſt marqué un peu différemment dans les planches.

Quelques Lecteurs pouvant deſirer de voir, dans l'original *Architectura navalis*, *&c.* les planches que j'en ai extraites, il eſt bon de dire ici que les figures 43, 44, 46 & 50 qui ſont à la fin de cette Traduction, ſe trouvent dans la planche xxxvij, N°. 6 de ce grand Ouvrage en deſſin, *Architectura*, *&c.*; les figures 45 & 51, dans la planche xxxviij, N°. 7; les figures 47, 48 & 49, dans la planche xxxj, N°. 1.

Les planches 11 à 14 de cette Traduction, contenant les figures 38 à 42, ſont les planches 12 à 15 du Texte, contenant les mêmes figures, mais marquées des nombres 46 à 50. Ce changement provient de la ſuppreſſion d'une théorie dont je rends compte dans la note de la page 127.

J'ai jetté un grand nombre de notes dans le courant de cette Traduction, qui, j'oſe m'en flatter, ſeront trouvées utiles. l'Académie de Marine en a déjà porté un jugement avantageux.

M. de Chapman a mis à la fin de ſon Traité, une table de cubes pour ſervir aux calculs de ſtabilité: comme elle eſt d'un uſage journalier, & qu'il eſt important que l'on puiſſe compter ſur ſon exactitude, j'ai vérifié ces cubes depuis le premier juſqu'au dernier, ce qui eſt une beſogne aſſez longue & faſtidieuſe; le deſir ſeul d'être utile m'a pu faire vaincre le dégoût d'un pareil travail. Je puis répondre de cette table, où, au ſurplus, je dois dire que j'ai fait très-peu de corrections.

Digitized by Google

TABLE.

CHAPITRE I. *Du déplacement du Vaiſſeau, & du centre de gravité dudit déplacement.* . . . . . page 1.

CHAPITRE II. *De la ſtabilité ou de l'effort en oppoſition à l'inclinaiſon.* . . . . . page 17.

CHAPITRE III. *Du centre de gravité du Vaiſſeau même, ou conſidéré comme un corps hétérogene.* . . . . . page 24.

CHAPITRE IV. *De la réſiſtance que le Vaiſſeau en mouvement éprouve de la part de l'eau.* . . . . . page 33.

CHAPITRE V. *Du centre d'effort du vent ſur les voiles, & de ſon mouvement par rapport au centre de gravité du Vaiſſeau.* page 53.

CHAPITRE VI. *Des dimenſions & des différentes formes de Vaiſſeaux.* . . . . . page 70.

CHAPITRE VII. *Des proportions des Bâtimens pour la Courſe.* p. 83.

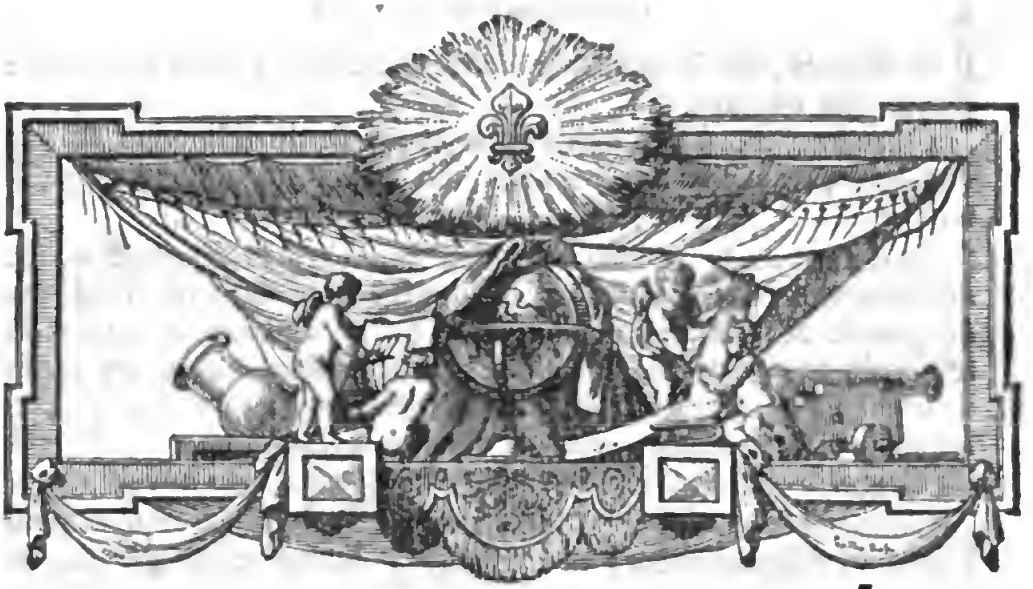
CHAPITRE VIII. *Proportions des mâts & vergues pour les Bâtimens marchands.* . . . . . page 96.

CHAPITRE IX. *De différens objets qui appartiennent à la partie pratique de la Conſtruction.* . . . . . page 104.

CHAPITRE X. *Sur la qualité, dans les Vaiſſeaux, d'être ardent.* p. 125.

CHAPITRE XI. *Du jaugeage & de l'arrimage, avec des inſtructions ſur ces objets, & auſſi différens détails importans concernant les munitions de bouche, pour ſervir à faire les emménagemens ou ſoutes.* p. 156.

Digitized by Google



TRAITÉ
DE LA CONSTRUCTION
DES VAISSEAUX,

Avec des Eclairciſſemens & Démonſtrations touchant l'Ouvrage intitulé

ARCHITECTURA NAVALIS MERCATORIA, &c.

CHAPITRE PREMIER.

Du Déplacement du Vaiſſeau & du centre de gravité dudit Déplacement.

§ 1.

LE Déplacement eſt le vuide que le Vaiſſeau fait dans l'eau tranquille par le volume de ſa carene, en raiſon du poids qui l'y plonge. Plus le Vaiſſeau eſt chargé, plus il plonge dans l'eau, & plus

il en déplace, & le poids du Vaiſſeau eſt égal à celui du volume d'eau qu'il déplace.

Quand on connoît le poids de la coque & du gréement, & que l'on connoît auſſi le déplacement, on a le poids de la charge, *& vice verſa.*

Delà on voit la néceſſité de bien connoître la quantité de ce déplacement : c'eſt particulierement néceſſaire dans les Vaiſſeaux de guerre & Corſaires ; & comme on en connoît la nature du leſt & du chargement, qui eſt toujours conſtante dans ces ſortes de bâtimens, on a des élémens plus déterminés pour leur donner les meilleures qualités, tant du côté de la ſtabilité, que de celui du ſillage.

L'imperfection des méthodes dont on s'eſt ſervi juſqu'ici pour calculer ce déplacement, m'a engagé à donner celle qui ſuit, & à l'éclaircir par des exemples, afin que les perſonnes qui s'occupent de la conſtruction des Vaiſſeaux, la trouvant fort ſimple, ne ſoient plus déſormais étonnées par la quantité de calculs où engagent les autres méthodes.

Trouver la ſurface d'un Plan compris dans une ligne courbe.

Fig. 1. Soit $HIKLO$ une portion d'une ligne parabolique. Tracez les lignes AH, BI, CK, &c. perpendiculaires à la ligne AG * & à diſtances égales entr'elles ; tirez enſuite la droite HK. Alors IR eſt un diametre, & HR, RK des ordonnées de la parabolique HIK. Soit AH, BI, CK, DL, &c. $= a$, b, c, d, e, f, g ; & $AB = BC$, &c. $= m$. Alors l'aire du trapeze $AHKC = m \times (a + c)$, & l'aire de la partie parabolique $HIKRH = \frac{2}{3} \times \left(b - \frac{a+c}{2}\right) \times 2m$ ** $= \frac{4b-2a-2c}{3} \times m$. Alors l'aire de la ſurface $AHIKC = m \times (a+c) + \frac{4b-2a-2c}{3} \times m$ $= \frac{a+4b+c}{3} \times m$.

---

* Cette ligne AG doit être perpendiculaire à l'axe de la parabole.

** Alg. 366 ; Mech. 95.

On verra de la même maniere, que les ſurfaces $CKLME = \frac{c+4d+e}{3} \times m$, & $EMNOG = \frac{e+4f+g}{3} \times m$: conſéquemment toute la ſurface $AHLOG$ eſt égale à la ſomme de ces trois quantités, eſt égale à $\frac{a+4b+2c+4d+2e+4f+g}{3} \times m$

C. Q. F. D.

COROLLAIRE.

De cette maniere on trouve l'aire de toutes les ſurfaces compriſes dans les lignes courbes, c'eſt-à-dire, lorſque les ordonnées ſont à diſtances égales (plus près elles ſont, plus le calcul eſt exact) ; qu'elles ſont perpendiculaires à l'axe, & que celui-ci eſt diviſé dans un nombre pair de parties ; les ordonnées alors ſont en nombre impair ; le premier & le dernier ont pour coefficient 1 ; les ſecond & avant-dernier ont 4 ; les troiſieme & antépénultieme 2 ; & ainſi de ſuite alternativement 4 & 2 juſqu'au terme du milieu qui a, ſuivant cet ordre, 2 ou 4 pour coefficient. La ſomme de ces fonctions des ordonnées, ſe multiplie par le tiers de la diſtance entr'elles.

Cette méthode de trouver la ſurface des plans compris dans une courbe, eſt d'une exactitude ſuffiſante pour la pratique, ce qui ſe voit par l'exemple ſuivant.

Soit AFL un quart de cercle : le rayon $AL = AF = 8$, & *Fig. 2.* AF, BG, CH, DI, EK cinq ordonnées ; la diſtance entr'elles AB, BC, CD, &c. $= 1$: on demande l'aire du plan $AFHKE$.

Par la nature du cercle, AF étant égale à 8 ; alors $BG = \sqrt{63} = 7{,}937254$; $CH = \sqrt{60} = 7{,}74596$; $DI = \sqrt{55} = 7{,}4162$; $EK = \sqrt{48} = 6{,}9282$, & l'aire $AFHKE$ eſt ſelon le corollaire $= \frac{1\times 8 + 4\times 7{,}937254 + 2\times 7{,}74596 + 4\times 7{,}4162 + 1\times 6{,}9282}{3}$

$= 30{,}611312$. *.

* Suivant la façon ordinaire de calculer, l'aire $AFHKE = 30{,}562$. Or, $30{,}611 - 30{,}562 = 0{,}049$; cette méthode eſt donc plus exacte de près d'un vingtieme de pied quarré, ou de $\frac{1}{600}$ de la ſurface.

D'où l'on trouve facilement l'aire du quart de cercle. Car ſi l'on ſouſtrait de l'eſpace $AFHKE = 30{,}611312$ l'eſpace $AKE = 13{,}8564$, il reſtera 16,7549 pour l'aire du ſecteur AFK; & comme $AE = EL$, il s'en ſuit que cette quantité 16,7549 multipliée par 3, ſera l'aire $AFKL = 50{,}2647$ *. Ce calcul eſt d'une exactitude rigoureuſe juſqu'au 5e. chiffre.

§ 2.

Trouver le Centre de gravité d'un Plan **.

Fig. 1. La diſtance du centre de gravité du trapeze $AHKC$ à la ligne $AH = \frac{2}{3}\ m \times \frac{a+2c}{a+c}$ ***, & celle du centre de gravité de la ſurface de la partie parabolique $HIKRH$ à cette même ligne $AH = m$: conſéquemment, la diſtance de leur centre de gravité commun à la ligne $AH =$

$$\frac{\frac{2}{3}m \times \frac{a+2c}{a+c} \times (a+c)\ m + \frac{2}{3}\ m \times (2b-a-c) \times m,}{(a+c) \times m + \frac{2}{3}\ m \times (2b-a-c)}$$

$= m \times \frac{4b+2c}{a+4b+c}$. De même la diſtance du centre de gravité de l'aire $CKME$ à la ligne $CK = m \times \frac{4d+2e}{c+4d+e}$, & à la ligne $AH = m \times \frac{2c+12d+4e}{c+4d+e}$; & enfin la diſtance du centre de gravité de l'aire $EMOG$ à la ligne $EM = m \times \frac{4f+2g}{e+4f+g}$, & à la ligne $AH = m \times \frac{4e+20f+6g}{e+4f+g}$: conſéquemment la diſtance du centre de gravité commun de ces trois eſpaces, à la ligne $AH =$

$$\frac{4b+4c+12d+8e+20f+6g}{a+4b+2c+4d+2e+4f+g} \times m =$$

$$\frac{0 \times a + 1 \times 4b + 2 \times 2c + 3 \times 4d + 4 \times 2e + 5 \times 4f + 6g}{a+4b+2c+4d+2e+4f+g} \times m.$$

---

* Suivant le rapport du diamètre à la circonférence, 1 : 3,1415926 (*Géo.* 151.) $AFKL = 50{,}26548$.

** Compris dans une ligne parabolique, ou courbe compoſée de parties eſtimées paraboliques.

*** *Méch.* 279.

COROLLAIRE.

Le centre de gravité d'un Plan * ſe trouve donc au moyen de l'expreſſion de l'aire de ce plan : en multipliant les fonctions de la premiere ordonnée par 0, de la 2e. par 1, de la 3e. par 2, de la 4e. par 3, &c., en diviſant la ſomme de ces produits par l'aire, & en multipliant le quotient par la diſtance entre les ordonnées.

§ 3.

Trouver la ſolidité & le Centre de Gravité des Solides.

Soit ADC un ſolide formé par la révolution autour de ſon axe AB, de la courbe AFD ; on demande la ſolidité & le centre de gravité de la partie $CMFD$ de ce ſolide. *Fig.* 3.

Par le point G, tracez la ligne NE ** qui eſt la normale de l'axe AB. Prolongez les lignes CD & MF qui ſont paralleles à NE. Soit p l'aire d'un cercle dont le diametre $= 1$; on ſuppoſe une ligne LKI, tracée de maniere que ces ordonnées HL, GK, BI ſoient égales à l'aire des ſections correſpondantes $p \times \overline{MF}^2$, $p \times \overline{NE}^2$, $p \times \overline{CD}^2$; pour lors il eſt clair que l'aire du plan $HLIB$ exprime la ſolidité du corps $MFDC$.

Par-là on voit que la formule du calcul des plans (§ 1), ſert auſſi pour trouver la ſolidité des corps ; & celle du calcul du centre de gravité des mêmes plans (§ 2), pourra pareillement ſervir à trouver le centre de gravité des ſolides.

COROLLAIRE.

Quand $BG = GH$, pour lors l'aire $HLIB$ (§ 1) $= (BI + 4GK + HL) \times \frac{BG}{3}$; conſéquemment, la ſolidité de $CMFD$ $= \left(\overline{CD}^2 + 4 \times \overline{NE}^2 + \overline{MF}^2\right) \times \frac{p \times BG}{3}$; & ſi $BH = AH$, il

* Compris dans une ligne parabolique, ou courbe compoſée de parties eſtimées paraboliques.

** NE n'eſt point une normale : Normale eſt une perpendiculaire à une tangente élevée au point tangent, & qui ſe termine à l'axe de la courbe. (*Alg.* 300)

s'enſuit que la ſolidité de tout le corps $AFDCMA = ((CD)^2 + 4 \times (MF)^2) \times p \times \frac{BH}{3}$.

Quand $4 \times (MF)^2$ eſt égal à $(CD)^2$, le ſolide eſt un cône ; quand cette même quantité $4(MF)^2$ eſt égale à $2(CD)^2$, c'eſt un cône parabolique ; ſi elle eſt égale à $3(CD)^2$, c'eſt un demi-ſphéroïde * ; à $5(CD)^2$, un cylindre. La ſolidité de ces corps eſt donc comme 2 : 3 : 4 : 6. **.

La diſtance du centre de gravité à A dans le dernier cas *** s'exprime par $\frac{4HL + 2BI}{4HL + BI} \times AH = \frac{4(MF)^2 + 2(CD)^2}{4(MF)^2 + (CD)^2} \times AH$ (†) ; ce qui donne pour chacune des quatre eſpeces de corps, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{7}$, $\frac{7}{8}$, & $\frac{9}{10}$ de AB.

§. 4.

Calculer le Déplacement d'un Vaiſſeau & le Centre de gravité de ce même Déplacement, tant dans le ſens de la longueur que dans celui de la profondeur.

Par exemple : trouver le déplacement, &c. du Corſaire (*fig.* 43, 44 & 46).

Voyez ſur le Plan d'élévation (*fig.* 43) Φ, 3, 6, 9, 12, &c. C, F, I, &c. qui ſont des projections de coupes perpendiculaires à la quille, & à diſtances égales entr'elles.

La figure de ces coupes eſt repréſentée ſur le Plan vertical des gabarits (*fig.* 44) : Φ eſt le maître couple : à gauche ſe repréſentent les coupes ou gabarits des couples en arriere du Φ couple, elles ſont déſignées par 3, 6, 9, 12, &c. ; à droite les coupes en avant dudit Φ couple, elles ſont déſignées par C, F, I, M, &c.

On trace ſur le Plan d'élévation (*fig.* 43), une ligne qui marque le tirant d'eau, le Vaiſſeau tout armé, que l'on appelle *ligne de flottaiſon ſupérieure* ; mais comme les Bâtimens ont plus de tirant

---

* ou un demi-ellipſoïde.

** Si le cylindre = 6, le demi-ſphéroïde ou demi-ellipſoïde de même hauteur = 4, car il eſt les deux tiers du cylindre (*Mech.* 103.) ; le paraboloïde = 3, car il en eſt la moitié (*Mech.* 104) ; le cône = 2, car il en eſt le tiers. (*Géog.* 240).

(***) Où $BH = AH$.

(†) Si $4(MF)^2 = 5(CD^2$, ce qui eſt le cas du cylindre, $\frac{4(MF)^2 + 2(CD)^2}{4(MF)^2 + (CD)^2} \times AH = \frac{7(CD)^2}{6(CD)^2} \times \frac{1}{2} AB = \frac{7}{12} AB$: donc cette expreſſion n'eſt pas générale.

d'eau de l'atriere que de l'avant, cette ligne n'eſt point parallele à la quille.

A diſtances égales priſes à volonté, on trace d'autres lignes de flottaiſon paralleles à la ſuperieure ; ces lignes de flottaiſon ſe portent enſuite ſur le Plan vertical (*fig.* 44) aux coupes correſpondantes qui donnent la ligne 1 & celles ponctuées 2, 3, 4, 5, 6, 7. Le chiffre 1 marque la ligne de flottaiſon ſupérieure ; 2, la 2e. ; 3, la 3e. &c. Chaque coupe ou gabarit de couple, reçoit donc ſept ordonnées ou largeurs qui ſont connues. On prend la quantité de chacune de ces ordonnées, ſur une échelle de décimale, dans l'ordre ſuivi dans la table ci-après. Ces ordonnées ſe multiplient ſucceſſivement par 1, 4, 2, 4, 2, 4, 1 (§ 1), & la ſomme de ces produits eſt encore multipliée par le tiers de la diſtance entre les lignes de flottaiſon.

La diſtance entre ces lignes de flotaiſon = 1,62 pi. dont le tiers = 0,54 ; c'eſt pourquoi on multiplie la ſomme par 0,54. Le triangle qui eſt entre la derniere ligne de flottaiſon 7, & la quille, s'ajoutant à cette quantité, donne l'aire du demi-couple : *voyez l'opération.*

DEMI-AIRE DE CHAQUE COUPE.

Lignes de flottaiſon.	Ord.	Coupe 27.	Ord.	Coupe 24.	Ord.	Coupe 21
1.	4,67	1 = 4,67	8, 88	1 = 8,88	11, 14	1 = 11, 14
2.	2,16	4 = 8,64	6, 16	4 = 24,64	9, 14	4 = 36, 56
3.	1,25	2 = 2,50	3, 60	2 = 7,20	6, 58	2 = 13, 16
4.	0,86	4 = 3,44	2, 18	4 = 8,72	4, 02	4 = 16, 08
5.	0,62	2 = 1,24	1, 47	2 = 2,94	2, 47	2 = 4, 94
6.	0,45	4 = 1,80	0, 97	4 = 3,88	1, 48	4 = 5, 92
7.	0,40	1 = 0,40	0, 67	1 = 0,67	0, 87	1 = 0, 87
		22,69		56,93		88,67
		0,54		0,54		0,54
		9076		22772		45468
		11345		28465		34335
		12,2526		30,7422		47,8818
partie vers la quill.		0,52		0,87		1,045
Aire.....		12,77	Aire.....	31,61	Aire.....	48,92

Lignes de flottaiſon.	Ord.	Coupe 18.	Ord.	Coupe 15.	Ord.	Coupe 12.
1.	12, 46	1= 12,46	13, 30	1= 13,30	13, 91	1= 13,91
2.	11, 00	4= 44,00	12, 36	4= 49,44	13, 19	4= 52,76
3.	8, 90	2= 17,80	10, 72	2= 21,44	11, 98	2= 23,96
4.	6, 24	4= 24,96	8, 37	4= 33,48	10, 10	4= 40,40
5.	3, 81	2= 7,62	5, 51	2= 11,02	7, 33	2= 14,66
6.	2, 11	4= 8,44	2, 98	4= 11,92	4, 26	4= 17,04
7.	1, 10	1= 1,10	1, 37	1= 1,37	1, 78	1= 1,78
		116,38		141,97		164,51
		0,54		0,54		0,54
		46552		56788		65804
		58190		70985		82255
		62,8452		76,6638		88,8354
partie vers la quill.		1,32		1,507		1,958
Aire. . . .		64,16	Aire.	78,17	Aire.	90,79

Lignes de flottaiſon.	Ord.	Coupe 9.	Ord.	Coupe 6.	Ord.	Coupe 3.
1.	14, 35	1= 14,35	14, 61	1= 14,61	14, 75	1= 14,75
2.	13, 81	4= 55,24	14, 18	4= 56,72	14, 39	4= 57,56
3.	12, 81	2= 25,62	13, 30	2= 26,60	13, 64	2= 27,28
4.	11, 30	4= 45,20	12, 01	4= 48,04	12, 40	4= 49,60
5.	9, 01	2= 18,02	10, 04	2= 20,08	10, 66	2= 21,32
6.	5, 75	4= 23,00	7, 00	4= 28,00	7, 90	4= 31,60
7.	2, 14	1= 2,14	2, 63	1= 2,63	2, 98	1= 2,98
		183,57		196,68		205,09
		0,54		0,54		0,54
		73428		78672		82036
		91785		98340		102545
		99,1278		106,2072		110,7486
partie vers la quille		2,14		2,367		2,384
Aire. . . .		101,27	Aire. . . .	108,57	Aire.	113,13

Lignes

Lignes de flottaiſon.	Ord.	Coupe Φ	Ord.	Coupe C.	Ord.	Coupe F.
1.	14, 80	1= 14,80	14, 79	1= 14,79	14, 57	1= 14,57
2.	14, 40	4= 57,60	14, 36	4= 57,44	14, 06	4= 56,24
3.	13, 67	2= 27,34	13, 53	2= 27,06	13, 17	2= 26,34
4.	12, 48	4= 49,92	12, 30	4= 49,20	11, 80	4= 47,20
5.	10, 78	2= 21,56	10, 53	2= 21,06	9, 81	2= 19,62
6.	8, 05	4= 32,20	7, 72	4= 30,88	6, 75	4= 27,00
7.	3, 00	1= 3,00	2, 78	1= 2,78	2, 40	1= 2,40
		206,42		203,21		193,37
		0,54		0,54		0,54
		82568		81284		77348
		103210		101605		96685
		111,4668		109,7334		104,4198
partie vers la quille		2,4		2,24		1,68
Aire....		113,87	Aire....	111,97	Aire....	106,10

Lignes de flottaiſon.	Ord.	Coupe I.	Ord.	Coupe M.	Ord.	Coupe P.
1.	14, 16	1= 14,16	13, 43	1= 13,43	12, 10	1= 12,10
2.	13, 55	4= 54,20	12, 58	4= 50,32	10, 82	4= 43,28
3.	12, 48	2= 24,96	11, 14	2= 22,28	8, 98	2= 17,96
4.	10, 81	4= 43,24	9, 15	4= 36,60	6, 83	4= 27,32
5.	8, 55	2= 17,10	6, 72	2= 13,44	4, 58	2= 9,16
6.	5, 38	4= 21,52	3, 88	4= 15,52	2, 53	4= 10,12
7.	2, 08	1= 2,08	1, 57	1= 1,57	1, 10	1= 1,10
		177,26		153,16		121,04
		0,54		0,54		0,54
		70904		61264		48416
		88630		76580		60520
		95,7204		82,7064		65,3616
partie vers la quil.		1,456		0,95		0,66
Aire.....		97,18	Aire....	83,66	Aire....	66,02

Lignes de flottaiſon.	Ord.	Coupe S.	Ord.	Coupe W.
1.	9, 49	1 = 9,49	5, 00	1 = 5,00
2.	7, 80	4 = 31,20	3, 73	4 = 14,92
3.	5, 97	2 = 11,94	2, 59	2 = 5,18
4.	4, 10	4 = 16,40	1, 70	4 = 6,80
5.	2, 68	2 = 5,36	1, 05	2 = 2,10
6.	1, 55	4 = 6,20	0, 60	4 = 2,40
7.	0, 77	1 = 0,77	0, 30	1 = 0,30
		81,36		36,70
		0,54		0,54
		32544		14680
		40680		18350
		43,9344		19,8180
partie vers la quil.		0,385		0,15
Aire. . . .		44,32	Aire. . . .	19,97

Pour trouver la ſolidité du déplacement & ſon centre de gravité, on emploie l'aire des coupes comme on vient d'employer leurs ordonnées, (*vide* § 1 & 3). La diſtance entre les coupes = 6,27 pieds, dont le tiers = 2,09. On ajoute au réſultat de ce calcul la ſolidité des parties qui ſe trouvent entre la coupe W & l'étrave, entre la coupe 27 & l'étambot. La ſomme donne le demi-déplacement, qui multiplié par 2 donne le déplacement total en dehors des membres, non-compris le bordage, l'étambot, l'étrave ni la quille.

Pour avoir la diſtance du centre de gravité à la coupe 27, on multiplie les fonctions de l'aire de chaque coupe : la premiere, ou l'aire de la coupe 27 par 0, la 2e. par 1, la 3e. par 2, &c. (*vide* § 2). Le quotient de la ſomme de ces produits diviſé par la ſomme des aires des coupes ; ledit quotient, dis-je, multiplié par la diſtance entre les coupes, donne la diſtance demandée du centre de gravité de la partie de la carene, compriſe entre les coupes 27 & W, à ladite coupe 27. *Voyez l'opération.*

Coupes	Aire des Coupes.				
27	12,77	1	12,77	0	
24	31,61	4	126,44	1	126,44
21	48,93	2	97,86	2	195,72
18	64,16	4	256,64	3	769,92
15	78,17	2	156,34	4	625,36
12	90,79	4	363,16	5	1815,80
9	101,27	2	202,54	6	1215,24
6	108,57	4	434,28	7	3039.96
3	113,13	2	226,26	8	1810,08
Φ	113,87	4	455,48	9	4099,32
C	111,97	2	223,94	10	2239,40
F	106,10	4	424,40	11	4668,40
I	97,18	2	194,36	12	2332,32
M	83,66	4	334,64	13	4350,32
P	66,02	2	132,04	14	1848,56
S	44,32	4	177,28	15	2659,20
W	19,97	1	19,97	16	319,52
			3838,40		32115,56

32115,56 / 3838,40 = 8,3669

× 1/3 Distance entre les couples. 2,09

6,27 = Distance entre les couples.

3454560
767680
585683
167338
502014

8022,2560 = Demi-déplacement entre 27 & W.

52,460463 = La distance du centre de gravité au couple 27, pour toute la partie qui est entre 27 & W.

entre W & l'étrave = 60

entre 27 & l'étambot = 23

8105 = Demi-déplacement.

2

16210 = Déplacement total.

Maintenant, pour trouver le centre de gravité commun des trois parties : celle qui eſt entre 27 & W = 8022, 256 pieds cubes ; celle entre W & l'étrave = 60 ; entre 27 & l'étambot = 23 : le centre de gravité de la partie de l'avant, eſt 2 pieds de l'avant de la coupe W ; de 27 à W il y a 16 diſtances de 6,27 pieds chaque ;

par conſéquent, la diſtance totale de 27 à W = 100,32; ajoutez-y les 2 pieds, & la diſtance du centre de gravité de la partie de l'avant à la coupe 27, ſera de 102,32 pieds. Le centre de gravité de la partie entre 27 & W, eſt à 52,46 pieds auſſi en avant de ladite coupe 27; le centre de gravité de la partie de l'arriere eſt en arriere de ladite coupe 27, de 1,2 pieds; donc :

* $\frac{102,32 \times 60 + 52,46 \times 8022,256 - 1,2 \times 23}{60 + 8022,256 + 23} = \frac{426959}{8105} = 52,678$ eſt la quantité dont le centre de gravité du déplacement total eſt en avant de la coupe 27, & par conſéquent, il ſera à 2,518 en avant de la coupe 3.

Trouver la diſtance du Centre de gravité dudit Déplacement, au Plan de flottaiſon ſupérieur.

Pour y parvenir, on emploie la même regle : on aura facilement l'aire des ſept plans de flottaiſon que l'on emploie dans le calcul, comme on a employé l'aire des coupes. On ſe ſert des mêmes ordonnées, mais on les range dans un autre ordre, de maniere que celles qui ſont dans le plan de flottaiſon ſupérieur, forment une colonnes; celle du ſecond plan de flottaiſon, une autre; & ainſi ſucceſſivement.

Chaque plan de flottaiſon a 17 ordonnées, elles ſe multiplient comme il a été dit ci-devant, par 1, 4, 2, 4, &c. la derniere par 1; la ſomme de ces produits ſe multiplient par le tiers de 6,27, diſtance entre les coupes, = 2,09.

On ajoute aux aires de chaque plan de flottaiſon, celles des triangles qui ſe trouvent vers l'étrave & l'étambot. *Voyez l'opération.*

---

* *Mech.* 261.

L'aire de chaque demi-plan de flottaiſon.

Coupes	Ord.	Premiere ligne de flottaiſon.		Ord.	Deuxieme ligne de flottaiſon.		Ord.	Troiſieme ligne de flottaiſon.	
27	4, 67	1=	4, 67	2, 16	1=	2, 16	1, 25	1=	1, 25
24	8, 88	4=	35, 52	6, 16	4=	24, 64	3, 60	4=	14, 40
21	11, 14	2=	22, 28	9, 14	2=	18, 28	6, 58	2=	13, 16
18	12, 46	4=	49, 84	11, 00	4=	44, 00	8, 90	4=	35, 60
15	13, 30	2=	26, 60	12, 36	2=	24, 72	10, 72	2=	21, 44
12	13, 91	4=	55, 64	13, 19	4=	52, 76	11, 98	4=	47, 92
9	14, 35	2=	28, 70	13, 81	2=	27, 62	12, 81	2=	25, 62
6	14, 61	4=	58, 44	14, 18	4=	56, 72	13, 30	4=	53, 20
3	14, 75	2=	29, 50	14, 39	2=	28, 78	13, 64	2=	27, 28
Φ	14, 80	4=	59, 20	14, 40	4=	57, 60	13, 67	4=	54, 68
C	14, 79	2=	29, 58	14, 36	2=	28, 72	13, 53	2=	27, 06
F	14, 57	4=	58, 28	14, 06	4=	56, 24	13, 17	4=	52, 68
I	14, 16	2=	28, 32	13, 55	2=	27, 10	12, 48	2=	24, 96
M	13, 43	4=	53, 72	12, 58	4=	50, 32	11, 14	4=	44, 56
P	12, 10	2=	24, 20	10, 82	2=	21. 64	8, 98	2=	17, 96
S	9, 49	4=	37, 96	7, 80	4=	31, 20	5, 97	4=	23, 88
W	5, 00	1=	5, 00	3, 73	1=	3, 73	2, 59	1=	2, 59
			607,45			556,23			488,24
de la diſtance entre les coupes			=2,09			= 2,09			= 2,09
			546705			500607			439416
			121490			111246			97648
			1269,5705			1162,5207			1020,4216
entre W & l'étrave			=15,00			= 11,19			= 7,77
entre 27 & l'étambot			= 9,34			= 4,32			= 2,50
Aire totale =			1293,91			1178,03			1030.69

Digitized by Google

Coupes	Ord.	quatrieme ligne de flottaiſon.		Ord.	cinquieme ligne de flottaiſon.		Ord.	Sixieme ligne de flottaiſon.	
27	0, 86	1=	0, 86	0, 62	1=	00, 62	0, 45	1=	0, 45
24	2, 18	4=	8, 72	1, 47	4=	05, 88	0, 97	4=	3, 88
21	4, 02	2=	8, 04	2, 47	2=	04, 94	1, 48	2=	2, 96
18	6, 24	4=	24, 96	3, 81	4=	15, 24	2, 11	4=	8, 44
15	8, 37	2=	16, 74	5, 51	2=	11, 02	2, 98	2=	5, 96
12	10, 10	4=	40, 40	7, 33	4=	29, 32	4, 26	4=	17, 04
9	11, 30	2=	22, 60	9, 01	2=	18, 02	5, 75	2=	11, 50
6	12, 01	4=	48, 04	10, 04	4=	40, 16	7, 00	4=	28, 00
3	12, 40	2=	24, 80	10, 66	2=	21, 32	7, 90	2=	15, 80
Φ	12, 48	4=	49, 92	10, 78	4=	43, 12	8, 05	4=	32, 20
C	12, 30	2=	24, 60	10, 53	2=	21, 06	7, 72	2=	15, 44
F	11, 80	4=	47, 20	9, 81	4=	39, 24	6, 75	4=	27, 00
I	10, 81	2=	21, 62	8, 55	2=	17, 10	5, 38	2=	10, 76
M	9, 15	4=	36, 60	6, 72	4=	26, 88	3, 88	4=	15, 52
P	6, 83	2=	13, 66	4, 58	2=	9, 16	2, 53	2=	5, 06
S	4, 10	4=	16, 40	2, 68	4=	10, 72	1, 55	4=	6, 20
W	1, 70	1=	1, 70	1, 05	1=	1, 05	0, 60	1=	0, 60
			406,86			314,85			206,81
⅓ de la diſt. entre les coupes =			2,09			2,09			2,09
			366174			283365			186129
			81372			62970			41362
			850,3374			658,0365			432,2329
entre W & l'étrave =			5,1			3,15			1,80
entre 27 & l'étambot=			1,7			1,20			0,80
Aire.			857,14			662,39			434,83

Digitized by Google

Coupes.	Ord.	Septieme ligne de flottaiſon.	
27	0, 40	1=	0, 40
24	0, 67	4=	2, 68
21	0, 87	2=	1, 74
18	1, 10	4=	4, 40
15	1, 37	2=	2, 74
12	1, 78	4=	7, 12
9	2, 14	2=	4, 28
6	2, 63	4=	10, 52
3	2, 98	2=	5, 96
Φ	3, 00	4=	12, 00
C	2, 78	2=	5, 56
F	2, 40	4=	9, 60
I	2, 08	2=	4, 16
M	1, 57	4=	6, 28
P	1, 10	2=	2, 20
S	0, 77	4=	3, 08
W	0, 30	1=	0, 30
			83,02
⅓ de la diſt. entre les coupes =			2,09
			74718
			16604
			173,5118
entre W & l'étrave = 0,9			
entre 27 & l'étambot = 0,8			
Aire.			175,21

Pour trouver à préſent la diſtance du centre de gravité au plan de flottaiſon ſupérieur, on emploie l'aire des plans de flottaiſon, comme on a employé l'aire des coupes pour avoir la diſtance du centre de gravité à la coupe 27, ou ſelon la longueur.

Digitized by Google

Lignes de flottaiſon	Aires des li. de flottaiſon				
1	1293, 91	1	1293, 91	0	
2	1178, 03	4	4712, 12	1	4712, 12
3	1030, 69	2	2061, 38	2	4122, 76
4	857, 14	4	3428, 56	3	10285, 68
5	662, 39	2	1324, 78	4	5299, 12
6	434, 83	4	1739, 32	5	8696, 60
7	175, 21	1	175, 21	6	1051, 26
			14735,28		34167,67

$\frac{1}{3}$ de la diſt. entre les lig. de flottaiſon 0,54 — 14735,28

7957,0512

entre la 7e lig. de flott. & laq = 147,95

8105 = $\frac{1}{2}$ déplacement.

2

16210 = déplacement total.

= 2,3187

1,62 = diſt. entre les lig. de flott.

3,756294 = la diſt. du centre de gravité, en-deſſous du plan de flott. ſupérieur, de la partie qui eſt entre le premier plan de flottaiſon & le ſeptieme.

La diſtance du centre de gravité de la partie qui eſt entre le ſeptieme plan de flottaiſon & la quille, audit plan ſept = 0,4 pieds; entre les ſept plans de flottaiſon, il y a ſix diſtances qui font enſemble 9,72 pieds; 9,72 + 0,4 = 10,12; Donc

$\frac{3,756 \times 7957 + 10,12 \times 147,95}{7957,05 + 147,95} = \frac{31383,93}{8105} = 3,872$ qui eſt la diſtance du centre de gravité du déplacement au plan de flottaiſon ſupérieur, ou ſelon la profondeur.

CHAPITRE II.

§. 5.

De la ſtabilité, ou de l'effort en oppoſition à l'inclinaiſon.

IL eſt connu que la réſultante de la force de l'eau pour porter le Vaiſſeau & pour s'oppoſer à l'inclinaiſon, paſſe par le centre de gravité du déplacement, & que la direction de cet effort eſt perpendiculaire à la ſurface de l'eau : par cette raiſon, ſi un Vaiſſeau eſt libre & en repos, ſon centre de gravité * eſt dans la direction moyenne, ou la réſultante de la force de l'eau qui le ſupporte. Lorſque le Vaiſſeau eſt incliné, il doit tendre de ſoi-même à reprendre la ſituation où il étoit dans ſon repos ; c'eſt-à-dire, que le centre de gravité doit être tellement ſitué, que l'effort du poids du Vaiſſeau concoure avec celui de l'eau pour le redreſſer.

Ce concours d'efforts s'appelle *la ſtabilité*, & le point de ſtabilité ou le métacentre eſt le point, dans la coupe verticale longitudinale qui partage le Vaiſſeau en deux parties égales ſemblables, au-deſſous duquel le centre de gravité du Vaiſſeau doit ſe trouver néceſſairement, pour qu'il ſe tienne en quille.

Trouver dans un Vaiſſeau le point de ſtabilité, ou le métacentre.

Fig. 4.

Soit E le centre de gravité du déplacement d'un Vaiſſeau ; $A\,D\,B$ une coupe verticale par le point E ; $A\,B$ la ligne de flottaiſon, le Vaiſſeau droit ; ſoit $G\,D$ une perpendiculaire à la ligne de flottaiſon, paſſant par le point E.

Comme la réſultante de la force de l'eau, pour porter le Vaiſſeau, ſe trouve dans la ligne $G\,D$, il s'enſuit néceſſairement que le centre de gravité du Vaiſſeau eſt auſſi dans la même ligne.

Suppoſons que le Vaiſſeau reçoive une inclinaiſon infiniment petite, ſans qu'elle augmente ou diminue le déplacement ; ſoit $a\,b$ la ligne de flottaiſon pendant cette inclinaiſon. Il en réſulte deux

* Quand nous dirons *le centre de gravité* purement & ſimplement, nous entendrons toujours parler du centre de gravité du Vaiſſeau conſidéré comme corps hétérogene, ou du ſyſtême de toutes les parties qui le compoſent ; lorſqu'il ſera queſtion du centre de gravité de la carene conſidérée comme homogene, nous ne manquerons pas de l'appeller *centre de gravité de déplacement*.

triangles égaux & ſemblables ; l'un CBb qui a paſſé au-deſſus de l'eau, & l'autre CAa qui s'y eſt plongé : ſoit N & M le centre de gravité de ces triangles, & F le centre de gravité du déplacement lors de l'inclinaiſon ; tracez du point F la ligne FG perpendiculaire à la ligne ab ; elle rencontrera la ligne DG dans quelque point G.

G eſt le point de ſtabilité, ou le métacentre ; car ſi le centre de gravité ſe trouve au-deſſous de ce point, le Vaiſſeau ſe tienr droit ou tend à ſe redreſſer ; au contraire, s'il eſt au-deſſus, il chavirera. Si ce centre de gravité eſt au même point que celui du déplacement E, alors le poids du Vaiſſeau agit à toute la diſtance FE contre l'inclinaiſon.

Comme les côtés du triangle GFE ſont perpendiculaires aux côtés des triangles CAa, CBb, il s'enſuit qu'il eſt ſemblable à ces triangles, & par conſéquent il eſt aiſé de trouver ſon côté, ou la diſtance EG. Comme toutes les ordonnées CB du plan de flottaiſon ſupérieur ſont ſuppoſées connues, de même que les diſtances entr'elles, on a $CB = AC = y$; on exprime la longueur du plan de flottaiſon par x dont la différenrielle eſt $= dx$; $Bb = Aa = b$ *; le déplacement du Vaiſſeau $= D$; de-là $NC = CM = \frac{2}{3}y$; & la ſolidité des petits priſmes $CBb = \frac{bydx}{2}$.

Mais lors de l'inclinaiſon, le lieu du centre de gravité des petites parties qui ſe ſont élevées d'un côté, & plongées de l'autre, a changé de ſituation de $NM = \frac{4}{3}y$: conſéquemment les moments $\frac{bydx}{2} \times \frac{4}{3}y$ & $D \times EF$ ſont égaux ** ; de-là $EF = \frac{2}{3}\frac{by^3dx}{D}$. On a $b : y :: \frac{2}{3} \times \frac{by^3dx}{D} : \frac{2}{3} \times \frac{y^3dx}{D}$, dont l'intégrale eſt $\int \frac{\frac{2}{3}y^3dx}{D} = GE =$ la diſtance du centre de gravité du déplacement au métacentre. Si on multiplie cette quantité par le déplacement D, on aura $GE \times D = \int \frac{2}{3}y^3dx$ qui ſera le moment de ſtabilité lorſque le centre de gravité du Vaiſſeau ſera dans le centre de gravité du déplacemenr.

* Eſt variable, & a ſeulement un rapport conſtant avec y : au ſurplus, cette quantité s'évanouit dans le calcul.

** En effet : que la diſtance du centre de gravité de la partie conſtante $ACbDA$ à GD ſoit $= d$; cette partie conſtante $ACbDA = D'$; $dD' - \frac{bydx}{2} \times \frac{2}{3}y = 0 \times D$: donc $dD' = \frac{bydx}{2} \times \frac{2}{3}y$. Dans le cas de l'inclinaiſon $dD' + \frac{bydx}{2} \times \frac{2}{3}y = EF \times D$; ſubſtituant à dD' ſa valeur $\frac{bydx}{2} \times \frac{2}{3}y$, on a $\frac{4}{3}y \times \frac{bydx}{2} = EF \times D$.

§ 6.

Trouver la ſituation du Métacentre, par rapport au centre de gravité du déplacement.

On ſe ſervira de la régle (§ 1) que l'on a employée pour ſe procurer l'aire d'un plan, avec la différence que l'on emploie ici le cube des ordonnées au lieu des ordonnées ſimples. Dans le cas où il ſe trouve aux extrémités du plan de flottaiſon ſupérieur des triangles qui ne ſeroient point entrés dans le calcul, la formule $\int y^3 dx$ indique que pour de tels triangles, il faut multiplier le cube de la baſe par le quart de la hauteur ; on ajoute ces quantités à celle que l'on a trouvée pour la partie principale entre les ordonnées extrêmes.

Ordonnées de la flottaiſon ſupér.	Cubes des ordonnées.		
4,67	101,85	1	101,85
8,88	700,23	4	2800,92
11,14	1382,47	2	2764,94
12,46	1934,43	4	7737,72
13,30	2352,64	2	4705,28
13,91	2691,42	4	10765,68
14,35	2954,99	2	5909,98
14,61	3118,53	4	12474,12
14,75	3209,05	2	6418,10
14,80	3241,79	4	12967,16
14,79	3235,22	2	6470,44
14,57	3092,99	4	12371,96
14,16	2839,16	2	5678,32
13,42	2422,30	4	9689,20
12,10	1771,56	2	3543,12
9,49	854,67	4	3418,68
5,00	125,00	1	125,00
			107942,47
$\frac{1}{3}$ de la diſtance entre les coupes.			2,09
			97148223
			21588494
			225599,7623

produit de l'autre part. . 225599,7623
Triangle à l'avant de W. 188,00
Triangle à l'arriere de 27. 101,85

$225889,61 = \int y^3 dx$

$\frac{2}{451779,22} = 2\int y^3 dx.$

$\frac{1}{3} \times 451779,22 = 150593,07 = \frac{1}{3}\int y^3 dx$ qui diviſé par le déplacement $16210 = 9,29 = \int \frac{\frac{1}{3} y^3 dx}{D}$. Si l'on ſouſtrait de cette quantité la diſtance du centre de gravité du déplacement au plan de flottaiſon ſupérieur, il reſtera 5,418, dont le métacentre eſt au-deſſus de la ſurface de l'eau quand le Navire eſt armé.

On vient de dire que la formule $\int y^3 dx$ indique, pour les triangles, qu'il en faut multiplier le cube de la baſe par le quart de la hauteur; c'eſt ce qu'on va démontrer.

Fig. 5. Soit ABC un triangle rectangle; DE parallele à la baſe AB; $CD = x$ & $DE = y$. Alors $dD : eF :: dx : dy :: CA : AB$, où l'on voit que $dx = \frac{CA \times dy}{AB}$, & $\int y^3 dx = \int \frac{CA \times y^3 dy}{AB}$: il s'en ſuit que $\int y^3 dx = \frac{CA\, y^4}{4BA}$: mais ſi $x = CA$, alors $y = BA$, & $\int y^3 dx = \frac{1}{4} CA \times BA^3$. C. Q. F. D.

On peut encore démontrer la même choſe, en faiſant la regle ſelon ce qui eſt enſeigné (§ 1). Faites $AD = DC$; ſoit $AB = 2$: Alors $DE = 1$. Que $AD = DC$ ſoit égal à 1 :

$\overline{2}\|^3 = 8$	$8 \times 1 = 8$
$\overline{1}\|^3 = 1$	$1 \times 4 = 4$
$\overline{0}\|^3 = 0$	$0 \times 1 = 0$

$\frac{12}{3} = 4 = \int y^3 dx$ pour le triangle ABC.

Le cube de la baſe $= 8$, étant multiplié par $AC = 2$, on aura 16, dont le quart eſt $4 = \int y^3 dx$. C. Q. F. D.

§ 7.

Quand le centre de gravité de tout le Vaiſſeau ſe trouve abſolument au même point que le centre de gravité du déplacement, alors

le moment de ſtabilité s'exprime exactement par $\frac{a}{3}\int y^3\,dx$. Mais comme il ſeroit fort extraordinaire qu'il ſe rencontrât que le centre de gravité de tout le ſyſtême, tant du poids de la coque & du gréement, que des autres poids hétérogenes, comme le plus ou le moins d'Artillerie, &c. dont le Vaiſſeau eſt chargé, ſe trouvât dans le centre de gravité du déplacement, on doit s'attendre qu'il ſera plus bas ou plus haut, d'où le Vaiſſeau devient plus ou moins ſtable.

Suppoſons donc le poids du Vaiſſeau avec tout ce qu'il contient, partagé en deux parties; ſoit le centre de gravité d'une de ces parties dans le centre de gravité du déplacement E, & le centre de gravité de l'autre en H. *Fig. 6.*

Soit ADB une coupe verticale du Vaiſſeau, EH la ligne du milieu de cette coupe; E le centre de gravité du déplacement, quand le Vaiſſeau eſt droit, & F le centre de gravité du déplacement, quand il eſt incliné.

Si de F on trace une ligne verticale FG qui ſera perpendiculaire à AB, ſuppoſée être la ligne de flottaiſon, cette ligne rencontrera la ligne EH en G; alors G ſera le métacentre. De H on tire une ligne à plomb HI, & de E & G on trace les lignes * EF, GI perpendiculaires à GF, HI.

Soit le poids en $E = P$, & le poids en $H = Q$; le moment de ſtabilité ſera $EF \times P - GI \times Q$; mais par rapport à la ſimilitude des triangles, on peut auſſi bien exprimer le moment de ſtabilité par $EG \times P - GH \times Q$, c'eſt-à-dire, $(P+Q) \times EG - EH \times Q$: or $(P+Q) \times EG = \int \frac{a}{3} y^3\,dx$ (§ 5): conſéquemment le moment de ſtabilité doit s'exprimer par $\int \frac{a}{3} y^3\,dx - EH \times Q$.

§ 8.

Quand le poids P ne ſe trouve pas dans le centre de gravité E du déplacement, mais plus bas en quelque point L; que de L on trace la ligne LK perpendiculaire à GF, pour lors le moment de ſtabilité $= LK \times P - GI \times Q$, ou $GL \times P - GH \times Q$ *Fig. 6.*

* La perpendiculaire abaiſſée de E ſur GF ne tombe pas néceſſairement ſur le point F, centre de gravité du déplacement lors de l'inclinaiſon; mais cette inexactitude n'influe pas ſur la vérité de la démonſtration: d'ailleurs les inclinaiſons doivent être ſuppoſées fort petites.

Digitized by Google

$= (GE + EL) \times P - GH \times Q = GE \times (P + Q) + EL \times P - EH \times Q$, & enfin ſera (§ 7) $\int \frac{2}{3} y^3 dx + EL \times P - EH \times Q$, d'où l'on peut tirer la regle générale :

Les momens de ſtabilité de deux Vaiſſeaux peuvent ſe comparer fort exactement, quoique la grandeur & la forme de ces Vaiſſeaux ſoient différentes, & que les poids ne ſoient pas de la même eſpece, quand on connoît la poſition deſdits poids en hauteur : *Lorſque le moment des poids eſt calculé, par rapport au centre de gravité du déplacement, tous ceux qui ſe trouvent au-deſſous de ce centre, forment des quantités poſitives, & ceux qui ſont au-deſſus, des quantités négatives : leur ſomme ajoutée à la formule* $\int \frac{2}{3} y^3 dx$ *donne le moment de ſtabilité.*

§. 9.

De l'augmentation de poids qui ſera miſe au fond du Vaiſſeau, & de l'augmentation de déplacement qui répond à ce poids : trouver l'effet qu'elles peuvent produire ſur le moment de ſtabilité, & en quel endroit l'addition de déplacement doit ſe faire.

Fig. 7. Suppoſons que l'eſpace $ARDSB$ exprime le déplacement $= D$, dont le centre de gravité eſt en E ; le métacentre eſt en G : ſoit l'eſpace ou l'augmentation de déplacement $ARDTA + BSDOB = P$, & ſon centre de gravité en I.

Soit la demi-largeur du Bâtiment $= y$, $GE = a$, $GI = b$; alors la diſtance entre le métacentre * & le centre de gravité du déplacement après l'augmentation $= \frac{aD + bP}{D + P} = GK$. Que le poids au-deſſus de l'eau $= Q$, & que ſon centre de gravité ſoit en H ; faites $GH = c$; le nouveau poids qui eſt égal à l'augmentation de déplacement $= P$; que ſon centre de gravité ſoit en L ; faites $KL = z$; le moment de ſtabilité de $ARDSB = \int \frac{2}{3} y^3 dx - (a + c) Q$ (§ 7) ; mais le moment de ſtabilité du Vaiſſeau après l'augmentation $ATDOB$ avec le poids en $L = **$ $\int \frac{2}{3} y^3 dx + zP - \frac{aD + bP}{D + P} \times Q - cQ$ (§ 8). Tout dépend de la grandeur

* *Le métacentre* avant l'augmentation de déplacement.

** Il manque un terme dans cette formule. On y voit le moment de P réſidant

des quantités $-aQ$ & $\zeta P - \frac{aD+bP}{D+P} \times Q$ qui reſtent après avoir effacé les termes égaux.

---

dans ſon centre de gravité L ; on y voit celui de Q en H : ces deux poids ne forment pas toute la charge du Vaiſſeau ; Q eſt celui au-deſſus de la flottaiſon ; P eſt celui qui a rapport à l'augmentation de déplacement. Il y a encore un autre poids qui eſt $D-Q$ qui n'a point ceſſé de réſider dans le centre de gravité E du déplacement avant qu'il ait reçu une augmentation. Je penſe que M. de Chapman n'en a pas fait mention dans ſon calcul, parce qu'il l'a ſuppoſé dans le centre de gravité, & par conſéquent multiplié par o. Mais il n'eſt pas dans le nouveau centre de gravité K, où ſe rapportent les momens des autres poids : ainſi la formule devroit être $\frac{1}{3}\int y^3\,dx + \zeta P - \frac{aD+bP}{D+P} \times Q - cQ - (D-Q) \times EK$, que l'on pourroit réduire à une expreſſion plus ſimple.

Cependant M. de Chapman bâtit ſur ce fondement un ſyſtême de conſtruction qu'il paroit effectivement avoir adopté pour tous ſes Bâtimens de marche. Ne pouvant nous en tenir à ſa concluſion, établiſſons de nouveau la propoſition :

Deux Vaiſſeaux étant de même rang, d'égales dimenſions principales, de même déplacement, ayant même plan de flottaiſon : ſi l'on donne plus d'acculement de varangue à l'un de ces Vaiſſeaux, retrouvant ſes capacités par une augmentation de largeur, ou un renflement à commencer vers le niveau du leſt allant à la flottaiſon ; la ſtabilité en ſera-t-elle augmentée ?

On trouve en note dans mon *Eſſai ſur l'Architecture Navale*, *p.* 23, la reponſe à cette queſtion, que nous devons à M. le Ch^er^. de Borda. Dans le Vaiſſeau qui a le plus de varangue, le centre de gravité du leſt & celui de la charge ſe trouvent plus bas que dans le Navire qui a beaucoup d'acculement : combinant la quantité d'abaiſſement de ces centres de gravité, avec la péſanteur de ces deux élémens (la charge & le leſt), on voit que le Vaiſſeau qui a le plus de varangue, a une ſtabilité plus conſidérable, ou moindre que celle de celui qui a beaucoup d'acullement, ou qui lui eſt égale, ſelon que *le rapport de la peſanteur ſpécifique de la charge à celle de l'eau de mer, multiplié par la quantité d'abaiſſement de ſon centre de gravité, plus le rapport de la peſanteur ſpécifique du leſt auſſi à celle de l'eau de mer, multiplié de même par la quantité d'abaiſſement de ſon centre de gravité : ſelon, dis-je, que la ſomme de ces deux termes eſt plus grande ou moindre que la quantité d'abaiſſement du centre de gravité de la partie variable de la carene, conſidérée comme homogene ; ou eſt égale à cette quantité.*

Cette vérité mene à une formule d'un uſage facile. On ſuppoſe $m =$ le rapport de la peſanteur ſpécifique de la charge à celle de l'eau de mer ; n le rapport de la peſanteur du leſt auſſi à celle de l'eau de mer ; $p'i' =$ la quantité d'abaiſſement de la charge, & $i'o' =$ celle du leſt.

On a $(m-1) \times p'i' + (n-1)\,i'o'$ qui eſt poſitif, égal à o, ou négatif ; ſi cette quantité eſt poſitive, la ſtabilité du Vaiſſeau qui a le plus de varangue, eſt la plus grande ; ſi elle eſt égale à o, elle eſt la même ; ſi elle eſt négative, elle eſt moindre.

Dans un Vaiſſeau de 74 canons, on peut ſuppoſer $p'i' = 5$ pieds ; $i'o' =$ un pied ; $m = \frac{4}{5}$; $n = 5$: ainſi, ſubſtituant ces valeurs dans la formule $(m-1) \times p'i' + (n-1)\,i'o'$, on a $(\frac{4}{5}-1) \times 5 + (5-1) \times 1 = +1\frac{1}{5}$; on trouveroit de même que cette formule donneroit une quantité poſitive pour tous nos Vaiſſeaux de guerre & Frégates. La varangue leur donne donc de la ſtabilité. Il n'en eſt pas de même pour les Bâtimens qui n'ont pas ou que peu de leſt : ceux faits pour porter peu d'Artillerie, tels que Paquebots ou Bâtimens de plaiſance, gagnent à avoir un acculement conſidérable. Quant aux Bâtimens de charge, on les conſtruit de par-tout le plus plein qu'il eſt poſſible ; mais ils ſeroient auſſi dans le cas de gagner en ſtabilité, s'il y avoit moyen d'en augmenter l'acculement.

Digitized by Google

Suppoſons $-aQ = \zeta P - \frac{aD+bP}{D+P} \times Q$; alors $\zeta = (b-a) \times \frac{Q}{D+P}$; donc ſi ζ eſt plus grande que cette quantité, la ſtabilité ſera plus grande. Ainſi plus la diſtance $b - a$ ou EI diminue, plus grand eſt l'effet du nouveau poids pour la ſtabilité ; & ſi l'augmentation de déplacement eſt ſituée de maniere que ſon centre de gravité ſoit en E, alors le moment de ſtabilité eſt augmenté de tout $KL \times P$. Si au contraire ζ eſt moindre que $(b-a) \times \frac{Q}{D+P}$, la ſtabilité eſt moindre ; ce qui arrive quand l'augmentation de déplacement ſe trouve en bas ou vers la quille.

Dans tout ceci on a toujours ſuppoſé le centre de gravité L du poids P conſtant, & le plan de flottaiſon le même : mais ſi l'on veut que ζ ſoit telle que $b - a$ ſoit conſtant, & que le centre de gravité L deſcende, la ſtabilité augmentera d'un côté en ce que ζ devient plus longue ; mais elle eſt moindre de l'autre, d'autant plus que HK eſt plus longue que HE.

On doit conclure de tout ceci, que comme il faut donner à un Vaiſſeau toute la ſtabilité poſſible, il convient de l'élargir près de la flottaiſon, de maniere à élever le centre de gravité du déplacement ; ayant moins d'égard à l'emplacement du leſt, particuliérement parce qu'on ſuppoſe ce leſt d'une peſanteur ſpécifique telle qu'il contient peu d'eſpace : attention qu'il faut avoir principalement pour les Vaiſſeaux qui ont beaucoup de poids dans les hauts.

CHAPITRE III.

Du centre de gravité du Vaiſſeau même, ou conſideré comme un corps hétérogene.

§ 10.

ON peut poſer comme un axiome, qu'un corps mis en mouvement tourne autour de ſon centre de gravité, * autant qu'aucune

* *Traité du Navire, page* 329.

force

force étrangere ne l'en empêche, & que l'effort qui l'a mis primitivement en mouvement, ne le force pas de tourner autour d'un autre point. Voyons premiérement l'effet que la force réſidant dans ce centre de gravité, produit ſur le tangage & ſur le roulis du Vaiſſeau.

Suppoſons pour cela *A D B* la coupe d'un Vaiſſeau; *A B* la ligne de flottaiſon; *E* le centre de gravité de tout le Vaiſſeau; & *G* le métacentre. Suppoſons encore qu'un poids ou autre effort en *B* agiſſe dans la direction *B H*, contre le côté du Vaiſſeau, de maniere à lui donner l'inclinaiſon *a b*. Le moment de l'effort qui produit l'inclinaiſon eſt dans le rapport de la diſtance *E H*, & le moment de l'effort qui tend à faire revenir le Vaiſſeau dans ſa poſition verticale, eſt dans le rapport de la diſtance *E G* (§ 5); & comme ces efforts agiſſent en ſens contraires, il en réſulte un mouvement qu'on appelle *roulis*; & les effets des forces qui le produiſent ſont comme la ſomme de *E H* & *E G*. Mais le Vaiſſeau pendant l'inclinaiſon doit tourner autour de ſon centre de gravité, & ſon poids ou ſon déplacement doit être le même dans l'inclinaiſon que lorſqu'il eſt droit, ce qui ne peut être ſans que le Navire, & par conſéquent ſon centre de gravité *E*, s'éleve de la quantité *e E* égale au ſinus verſe de l'angle *G e g*, le rayon étant *E G*. Il s'enſuit que l'effort qui a produit l'inclinaiſon étant ceſſé, le Vaiſſeau tombe de tout ſon poids ſelon la verticale, d'une hauteur *E e*. Cette chûte s'accélere pendant que la réſultante de la pouſſée verticale de l'eau agit ſur le métacentre *G*; & comme le roulis peut aller juſqu'à trente dégrés d'un bord à l'autre, alors la diſtance *e E* devient conſidérable, & le mouvement de roulis très-vif. *Fig.* 8.

Le roulis n'a guere lieu que lorſque l'on fait vent-arriere, & le Navire roule plus lorſque, peu auparavant, le vent a ſoufflé d'un autre partie : comme la lame continue d'aller dans cette direction, le Vaiſſeau roule, quoiqu'il ne paroiſſe pas faire beaucoup de mer. Mais ces roulis ne ſont pas très-forts, & s'operent à peu-près en tems égaux.

Si le centre de gravité *E* du Vaiſſeau étoit dans le plan de flottaiſon, & la diſtance *E G* la même qu'auparavant, les roulis ſeroient moindres & ne ſeroient point auſſi durs que quand ce point eſt plus bas, par les deux raiſons ſuivantes. *Fig.* 9.

Premiérement, EH eſt moindre ; ainſi l'effort qui, agiſſant en B ſelon BH, ſouleve le côté du Vaiſſeau, ne peut produire une inclinaiſon auſſi grande que quand le centre de gravité eſt plus bas, puiſque la ſomme de EH & EG eſt moindre.

Secondement, le centre de gravité ſe trouvant dans le plan de flottaiſon, le Vaiſſeau peut ſe mouvoir d'un bord à l'autre, ſans que ni le Navire ni ſon centre de gravité, s'éleve ou s'abaiſſe ; & alors les eſpeces de ſecouſſes, dont nous venons de parler, n'ont pas lieu.

On doit donc conclure de-là que le mouvement de roulis eſt plus uniforme & plus exempt de ſecouſſes, lorſque le centre de gravité du Vaiſſeau ſe trouve dans le plan de flottaiſon, ou qu'il en eſt près.

Et comme cette poſition du centre de gravité a le même effet, par rapport au tangage, il s'enſuit que c'eſt le lieu où il convient de le placer.

Mais ſi différentes circonſtances ne permettent pas que le centre de gravité ſe trouve dans le plan de flottaiſon, il faut au moins faire enſorte de l'en rapprocher autant qu'il eſt poſſible. On peut encore ajouter à ceci, que comme la quille & les parties baſſes de l'avant & de l'arriere qui ſont le plus taillées, contribuent beaucoup à la diminution du roulis par une oppoſition directe de leur ſurface à l'eau, plus ces parties ſeront éloignées de l'axe de rotation, plus grand ſera l'effet qu'elles operent pour la diminution du roulis, & par cette nouvelle raiſon encore, le centre de gravité ſe trouvant dans la flottaiſon, le Bâtiment doit moins rouler.

Et auſſi, comme le roulis dépend en partie de la diſtance EH, la forme du côté du Vaiſſeau, vers le plan de flottaiſon, influe ſur ſon mouvement ; lorſque cette forme eſt telle que BH coupe la ligne du milieu dans un point plus élevé, le Vaiſſeau doit rouler davantage, ce que l'expérience vérifie.

§ 11.

Fig. 869. Le mouvement angulaire du Vaiſſeau autour de ſon centre de gravité, étant arrêté dans le point g (§ 10) par un effort qui agit dans la direction Fg, & eſt égal au poids du déplacement ou de tout le Vaiſſeau, il eſt clair que le métacentre g ou G peut être

regardé comme le centre de percuſſion : mais comme le Vaiſſeau, ſans nouvelle oppoſition, doit oſciller autour de ſon centre de gravité E, alors cette oſcillation doit être conſidérée comme le mouvement d'un pendule, dont l'oſcillation ſeroit iſochrone avec celle du Vaiſſeau ; ainſi le point G doit auſſi être regardé comme centre d'oſcillation, d'autant mieux que ces deux points (le centre d'oſcillation & le centre de percuſſion) doivent être dans le même lieu *, relativement au centre de gravité, en même-tems centre de rotation ou point de ſuſpenſion. Les centres de percuſſion & d'oſcillation ne ſont pas dans tous les cas dans le même lieu **; mais comme ici les momens des poids autour de ces centres ſont abſolument les mêmes, on peut, ſans courir riſque d'une grande erreur, en conſidérer les mouvemens, tant à l'égard de l'un qu'à celui de l'autre.

Soit ABD un plan ſans péſanteur. Suppoſons pluſieurs poids P, Q, R, S, fixés dans ce plan ; que leur centre de gravité commun ſoit en G ; le point de ſuſpenſion en O ; & le centre d'oſcillation en C. Pour lors la longueur du pendule OC $= \text{***}\ \frac{P \times \overline{OP}^2 + Q \times \overline{OQ}^2 + R \times \overline{OR}^2 + S \times \overline{OS}^2}{OG \times (P+Q+R+S)}$; OC eſt auſſi égal à ¶ $OG + \frac{P \times \overline{GP}^2 + Q \times \overline{GQ}^2 + R \times \overline{GR}^2 + S \times \overline{GS}^2}{OG \times (P+Q+R+S)}$, d'où † $CG = \frac{P \times \overline{GP}^2 + Q \times \overline{GQ}^2 + R \times \overline{GR}^2 + S \times \overline{GS}^2}{OG \times (P+Q+R+S)}$ (Simpſons flux. Tom. I. *page* 215 *&* 216) : les mêmes expreſſions appartiennent au centre de percuſſion. *Fig.* 10.

Par ces valeurs de OC, la longueur du pendule, on voit qu'elles deviennent plus grandes quand les poids P, Q, R, S ſont plus éloignés du milieu.

Des ſeconde & troiſieme expreſſions il réſulte que, ſi un corps ſe meut autour de ſon centre de gravité, le centre d'oſcillation n'en demeure pas moins dans le même lieu.

---

* *Méch.* 599.
** *Méch.* 611.
*** *Méch.* 599.
¶ *Méch.* 598.
† *Traité du Navire*, page 330.

Et dans la derniere expreſſion, on reconnoît que la diſtance entre le centre de gravité & le point de ſuſpenſion eſt toujours en raiſon inverſe de la diſtance entre le centre de gravité & celui d'oſ-
Fig. 8 & 9. cillation. Comme le Vaiſſeau ſe meut autour de ſon centre de gravité E, & que le centre d'oſcillation eſt dans le métacentre G, il eſt clair qu'on peut imaginer un point N, qu'on conſidérera comme point de ſuſpenſion, & que la diſtance de ce point au centre de gravité E, eſt égal au quotient de la ſomme de tous les poids multipliés chaque par le quarré de leur diſtance au centre de gravité; cette ſomme diviſée par la ſomme de tous les poids ou le déplacement, multipliée par EG, diſtance entre le centre de gravité & le métacentre. Par cette raiſon, plus on peut éloigner les poids du centre de gravité, ou, ce qui eſt la même choſe, les porter proche le bord du Vaiſſeau, (toutefois ſans que le centre de gravité change par rapport au métacentre G) plus grande devient la diſtance NE; par conſéquent, les mouvemens de roulis ſont plus lents, puiſque toute la longueur NG, diſtance entre le point de ſuſpenſion & le centre d'oſcillation, eſt égale au quotient de la ſomme de tous les poids multipliée par leur diſtance au point de ſuſpenſion; cette ſomme diviſée par la ſomme de tous les poids ou le déplacement, multipliée par NE, ou la diſtance du centre de gravité au point de ſuſpenſion; de maniere que tous les poids M, M qui ſont à la même diſtance du point N, produiſent le même effet ſur le roulis du Vaiſſeau. Si à préſent on conſidere le métacentre G ou g comme centre de percuſſion, il eſt clair que plus la diſtance EG ou Eg ſera grande, plus conſidérable ſera la force qui redreſſe le Vaiſſeau; mais ſi le métacentre eſt rapproché du centre de gravité E, par exemple, s'il ſe trouve en h, alors la diſtance NE ſera en raiſon inverſe de EG à Eh; c'eſt-à-dire, que *plus le centre de gravité eſt près du métacentre, plus* NE *eſt long; par conſéquent, le mouvement de roulis eſt plus lent & moins dur.*

La recherche, d'après ces principes, de la diſtance du point de ſuſpenſion au centre de gravité ou au métacentre, jetteroit dans de longs calculs, puiſqu'il y faudroit faire entrer la mâture, le gréement, &c. D'ailleurs cette recherche n'eſt pas fort néceſſaire; il ſuffit que l'on connoiſſe les cauſes qui operent les roulis plus ou moins vifs, & la maniere, ſinon de les détruire abſolument, au moins de les diminuer en partie.

Digitized by Google

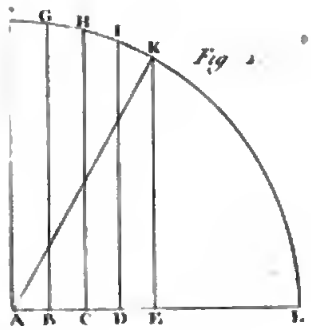


Fig. 4.

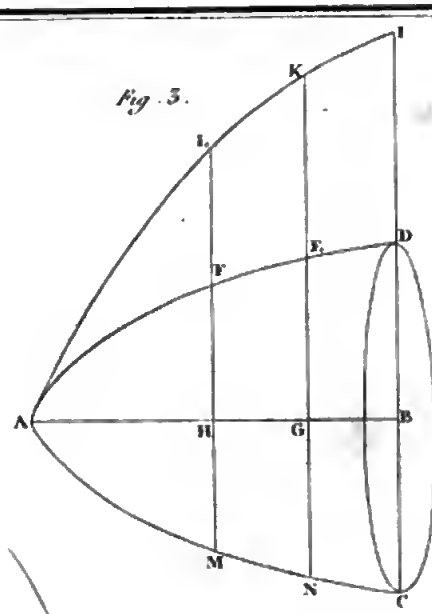


Fig. 3.

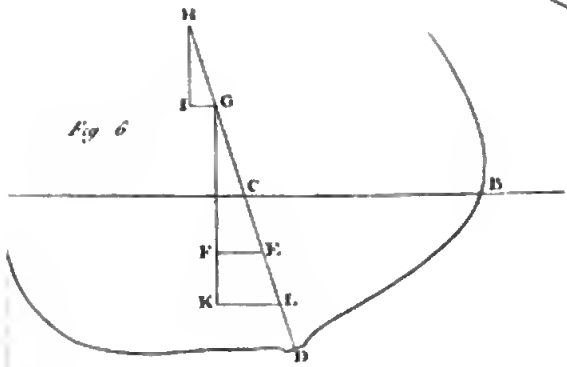


Fig. 6

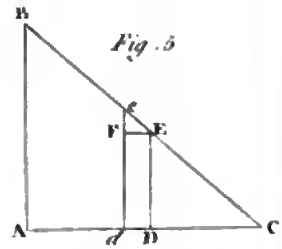


Fig. 5

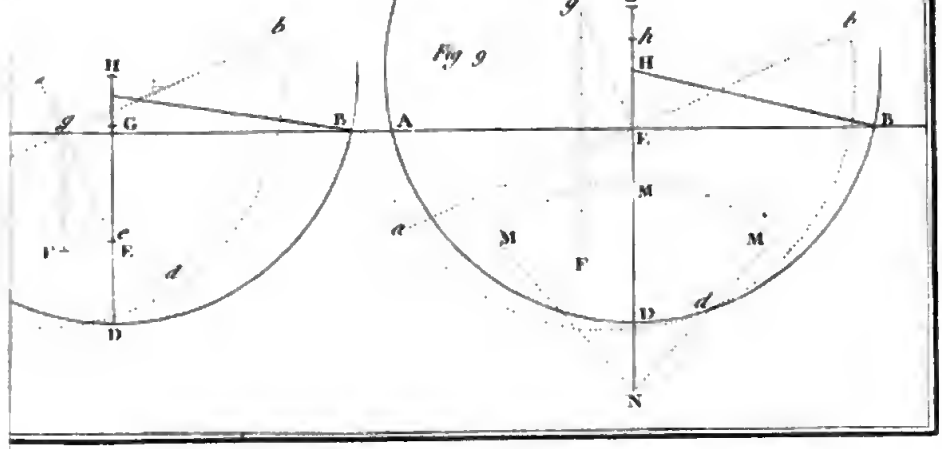


Fig 9

Digitized by Google

Il eſt au ſurplus très-difficile de faire un Vaiſſeau qui en même tems ſoit ſtable & ait des mouvemens de roulis doux, parce que l'augmentation de la diſtance *E G* qui augmente la ſtabilité, contribue auſſi à augmenter les mouvemens de roulis. Et la difficulté augmente pour les Vaiſſeaux de charge où il faut, avec de l'économie dans la conſtruction, la faculté de porter la plus grande charge poſſible. Les Vaiſſeaux de cette eſpece doivent être fort pleins dans les fonds, & n'avoir que peu de hauteur au-deſſus de l'eau par rapport à la largeur. Un Navire de cette conſtruction aura ſon centre de gravité de déplacement fort bas, par conſéquent le métacentre. Par cette raiſon, il faut faire deſcendre le plus qu'il ſera poſſible le centre de gravité de la charge, pour que le Vaiſſeau puiſſe avoir une ſtabilité ſuffiſante. D'où il réſulte que le centre de gravité commun du Vaiſſeau & de la charge ſe trouvera très-bas, & occaſionnera (§ 10) des roulis & ſecouſſes auxquels on peut remédier en partie, en mettant le plus qu'il ſera poſſible les plus grands poids ſur les aîles.

Il y a encore un moyen d'adoucir le mouvement de roulis dans les Vaiſſeaux de charge. Comme il faut, pour l'économie, les faire naviguer avec peu de monde, il leur faut peu de voilure, ce qui permet de mettre peu de diſtance entre le centre de gravité & le métacentre.

Au contraire, les Vaiſſeaux qui ne ſont pas conſtruits pour la charge, par exemple, les Vaiſſeaux de guerre, Frégates, &c. (qui ſont conſtruits pour la marche, & qui n'ont pas beſoin d'être remplis dans les fonds) peuvent avoir une longueur, une largeur, & être conſtruits d'une maniere telle que le centre de gravité ſoit plus haut.

Pour cela, le métacentre doit avoir une hauteur au-deſſus de l'eau à permettre que le centre de gravité commun du Vaiſſeau & de tous les poids qu'il contient, puiſſe ſe trouver dans le plan de flottaiſon ou fort près, en lui laiſſant une ſtabilité ſuffiſante contre les inclinaiſons; & cette hauteur du métacentre d'un autre côté doit être bornée par la conſidération du roulis qui en dépend. La diſtance du métacentre au centre de gravité de tout le Navire (pour lui donner la ſtabilité ſuffiſante) n'a pas beſoin, même pour les plus grands Vaiſſeaux de ligne, d'être de plus de ſix pieds, & avec cette diſtance les mouvemens de roulis ſont ſupportables.

§ 12.

Dans les deux derniers paragraphes on a vu que le centre de gravité du Vaiſſeau, par rapport à la hauteur, doit être dans le plan de flottaiſon ou le plus près qu'il eſt poſſible. Il nous reſte à voir ſa poſition par rapport à la longueur.

Comme la longueur du Vaiſſeau eſt fort grande, relativement à ſa largeur, le métacentre, par rapport à cette premiere dimenſion, doit être conſidérablement élevé, ſur-tout dans les Bâtimens qui, ayant beaucoup de plan de flottaiſon, ſont fort taillés ſous l'eau de l'avant & de l'arriere; par conſéquent, la verge du pendule, dont les oſcillations ſont ſynchrones avec celle du Vaiſſeau, ſera très-longue, ſur-tout ſi les poids étant portés aux extrémités, le point de ſuſpenſion ſe trouve très-bas *.

Mais ſi l'on conſidere d'ailleurs le centre d'oſcillation ou le métacentre comme centre de percuſſion, les extrémités du Vaiſſeau plongent à peine qu'il revient avec beaucoup de vivacité, & que ce mouvement finit tout de ſuite.

Le Vaiſſeau a cependant un mouvement ſelon ſa longueur tel que ſes extrémités s'élevent & s'abaiſſent, mais ce mouvement n'eſt autre choſe que l'effet du choc des lames qui élevent l'avant du Navire qui retombe lorſque la lame l'a dépaſſé. Ce mouvement ceſſeroit tout de ſuite s'il ne ſuccédoit une nouvelle vague qui éleve encore l'avant du Vaiſſeau.

Quand un Vaiſſeau eſt au plus près, de maniere qu'il va à la rencontre de la lame, & que, lorſqu'elle a paſſé l'avant, le bâtiment tombe avec vivacité, ayant beaucoup de difficulté à s'élever ſur la lame qui ſuccede, on dit que ce Navire eſt *canard*. Ce défaut non-ſeulement retarde beaucoup la marche, mais même fatigue prodigieuſement la mâture par la force des ſecouſſes. Quand c'eſt la partie de l'arriere qui tombe rudement, on dit que le Vaiſſeau *accule*. Ce mouvement provient de la même cauſe, & a les mêmes inconvéniens.

Le corps du Vaiſſeau ſouffre beaucoup, tant de ce mouvement de tangage de l'avant à l'arriere, que de la vivacité des roulis;

---

* *Traité du Navire*, page 243.

toutes ſes parties travaillent, tendent à ſe délier. C'eſt un inconvénient qu'il faut prévenir.

Il n'eſt pas difficile de ſentir la raiſon du mouvement de tangage de l'avant à l'arriere. Lorſque la lame a paſſé la partie de l'avant du Vaiſſeau, qu'elle eſt arrivée vers le milieu, il reſte un grand vuide ſous la proue où le Navire n'eſt pas ſoutenu; il doit donc ſe précipiter avec un certain moment de force, qui eſt le produit des poids de l'avant multiplié par leur diſtance au point où le Vaiſſeau eſt ſuffiſamment porté.

Cette ſorte de mouvement eſt plus forte dans les Vaiſſeaux qui ſont très-pleins vers la flottaiſon de l'avant & de l'arriere, & fort évidés au-deſſous: mais ſi les poids de l'avant ſont tranſportés plus près du milieu, le moment avec lequel le Navire ſe plonge dans cette partie ſera moindre, & non-ſeulement ce mouvement devient moins vif, mais encore les lames qui rencontrent de nouveau l'avant du Bâtiment, ont moins de peine à le relever: on peut dire la même choſe pour la partie de l'arriere. Ainſi, l'on voit que tous les poids doivent être rapprochés le plus qu'il eſt poſſible du milieu des Vaiſſeaux, d'où l'on peut conclure que le centre de gravité devroit être au milieu dans le ſens de la longueur *.

Mais une circonſtance empêche que ce centre de gravité puiſſe être au milieu de la longueur; c'eſt le poids du mât de miſaine, de ſon gréement, du beaupré, des ancres, &c.; leſquels poids ne pouvant être placés ailleurs, le centre de gravité de néceſſité ſe trouvera de l'avant. Mais il ne doit pas l'être davantage qu'à un centieme de la longueur du Vaiſſeau, de l'étrave à l'étambot, en avant du milieu.

Il ne faut pas oublier d'obſerver qu'il convient que le centre de gravité du plan de flottaiſon & celui du Vaiſſeau ſoient dans la même verticale; car quand le Vaiſſeau navigue au plus près, & incline d'un côté, ſi le plan de flottaiſon eſt plus plein de l'arriere que de l'avant, comme le Vaiſſeau doit conſerver la même quantité de déplacement, il aura auſſi une inclinaiſon de l'avant. Il eſt vrai qu'il gagneroit quelque choſe du côté de la ſtabilité par cette

* La configuration ordinaire des carenes eſt telle que le centre de gravité du déplacement eſt en avant du milieu; & comme celui du Vaiſſeau doit être dans la verticale paſſant par celui de déplacement, il doit être auſſi en avant du milieu.

augmentation du plan de flottaiſon, ſuivant la formule $\int \frac{1}{3} y^3 dx$ (§ 5): mais cette inclinaiſon ſur l'avant étant un inconvénient qu'il faut éviter, il faudra plutôt, s'il eſt néceſſaire, faire cette augmentation de largeur au milieu. Au ſurplus, ce n'eſt pas un grand défaut que le centre de gravité du plan de flottaiſon ſupérieur ſoit un peu en arriere du centre de gravité du Vaiſſeau ou du déplacement.

A préſent il eſt queſtion de rechercher le lieu où doit être ce centre de gravité, relativement à la qualité de bien gouverner.

Quand le Vaiſſeau navigue avec des vents qui dépendent d'un côté ou qui viennent un peu de l'avant, & qu'alors il eſt au plus près, communément il eſt ardent, par la raiſon que la réſultante de la réſiſtance latérale de l'eau paſſe un peu à l'avant de ſon centre de gravité.

Si cette réſultante paſſoit trop de l'avant, ce ſeroit un inconvénient auquel on pourroit remédier, en donnant plus de tirant-d'eau de l'arriere. Plus le Vaiſſeau a de viteſſe, plus cet effet eſt ſenſible, & on ne peut tenir le Vaiſſeau en route qu'au moyen du gouvernail.

On ſait que ſi un corps reçoit un choc entre l'une de ſes extrémités & ſon centre de gravité, il tourne autour d'un point qui eſt de l'autre côté du centre de gravité. Ainſi, quand le Vaiſſeau reſſent l'effet de ſon gouvernail plus que celui de l'eau ſur la partie latérale de l'avant, il tourne autour d'un point qui eſt de l'avant du centre de gravité. Mais ſi l'on ne ſe ſert point du gouvernail, & que l'effet de l'effort de l'eau ſoit en avant du centre de gravité, le centre de rotation ſera en arriere de ce centre de gravité; & quand la réſiſtance de l'eau de l'avant & ſon action ſur le gouvernail agiſſent enſemble, & pour faire tourner le Vaiſſeau dans le même ſens, ce qui a lieu lorſque l'on vire de bord vent-devant, le centre de rotation eſt alors dans la verticale du centre de gravité; ou très-près, de l'arriere ou de l'avant, ſelon celui des effets qui eſt plus grand que l'autre. Si le centre de gravité étoit donc juſte au milieu, & que le Navire fût de ſoi-même ardent, le mouvement de rotation ſeroit plus prompt; car la réſiſtance que les deux extrémités éprouvent de la part de l'eau, pendant que le Navire vire de bord, eſt dans le rapport des quarrés de leur diſtance au point de rotation, & cette quantité eſt un * *minimum* lorſque le point de rotation eſt au milieu.

* *Mech.* 598.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE IV.

De la réſiſtance que le Vaiſſeau en mouvement éprouve de la part de l'eau.

QUand le Vaiſſeau eſt en repos, la preſſion de l'eau ſur ſes deux extrémités eſt égale ; mais auſſi-tôt qu'il eſt pouſſé par quelque force, la preſſion augmente du côté oppoſé à l'effort, & diminue de celui où cette force agit ; ce que nous ferons voir ci-après.

Si on met un plan en mouvement dans l'eau, la réſiſtance eſt la plus forte quand la direction ſuivant laquelle il eſt mu, eſt perpendiculaire à ce plan, & elle diminue s'il prend une ſituation oblique par rapport à la direction de ſon mouvement.

Ainſi, les corps de différentes formes ou convexités, avec des baſes égales, éprouvent une réſiſtance différente.

Il n'y a point de difficulté pour exprimer la réſiſtance qu'éprouve un corps qui en choque un autre ; mais il n'eſt pas également aiſé d'exprimer l'effet que les milieux operent ſur les corps qui y ſont mus. L'effet du choc des corps entr'eux eſt aſſujetti à des loix connues en méchanique, mais celui des milieux ſur les corps dépend de cauſes phyſiques qui nous échapent.

Pour ſurmonter cette difficulté, on a pris le parti d'imaginer le fluide compoſé de particules globuleuſes, infiniment petites, qui ſe ſuivent de très-près & choquent ſucceſſivement le corps, comme par exemple :

§ 13.

Soit ABC un triangle rectangle : ſuppoſons que le fluide, ou une particule du fluide, choque le côté AB de ce triangle dans une direction parallele à AC, de A en C, avec la viteſſe ED. *Fig.* 11.

Si à préſent ED exprime la réſiſtance abſolue de la baſe BC, cet effort ſe décompoſe en deux autres EF perpendiculaire, & DF parallele à AD. Comme l'action ſelon DF eſt nulle, puiſque le fluide coule le long de AB, il n'y a donc que EF qui agiſſe ſur le triangle & dans une direction perpendiculaire à AB ; ainſi, cette force doit ſe décompoſer en deux autres FG perpendiculaire, & EG parallele à AC ; FG eſt la force latérale qui pouſſe le triangle

de B en C : mais EG exprime la force directe qui agit sur le côté AB, & par conséquent la résistance : ainsi, la résistance absolue au point D est à la résistance relative, comme DE est à EG; mais $DE : EG :: (DE)^2 : (EF)^2$: & puisque le nombre de particules qui peuvent choquer le côté AB dans la direction ED, est égal à celui qui compose BC, & qu'à cause de la similitude des triangles DEF, ABC, on a $DE : EF :: AB : BC$, le rapport de la résistance directe sur tout le triangle, à la résistance absolue, $= \frac{(BC)^2}{(AB)^2} BC$.

Fig. 12. Fondé sur ce principe, on a trouvé la ligne connue de moindre résistance GFB qui est de telle nature, qu'en faisant une révolution sur son axe AD, il en résulte un solide $AGBD$ qui doit éprouver moins de résistance de la part de l'eau que quelque corps que ce soit, de même longueur AD, & de même base BC. Comme ce problême se trouve traité par différens Auteurs, je donnerai ici seulement la construction de la ligne.

Si $AE = x$, $EF = y$, l'équation sera * $y\,dy^3\,dx = a \times (dx^2 + dy^2)^2$. (Voyez simpsons flux. *Art.* 413).

On a trouvé que la valeur de l'angle AGF est d'une fois & demie l'angle droit ** ou de 135 dégrés. Soit $v = \frac{dx}{dy}$; alors $dx = v \times dy$ & $dx^2 = v^2 \times dy^2$. Substituant la valeur de dx^2 dans l'équation, on aura $v\,y\,dy^4 = a\,(v^2\,dy^2 + dy^2)^2$, ou $v\,y = a \times (v^4 + 2v^2 + 1)$: de-là $y = a \times (v^3 + 2v + \frac{1}{v})$, & $dy = a\,(3\,v^2\,dv + 2\,dv - \frac{dv}{v^2})$, & aussi $dx = a \times (3\,v^3\,dv + 2\,v\,dv - \frac{dv}{v})$, dont l'intégrale ou $x = a\,(\frac{1}{4}\,v^4 + v^2 - lv) + C$. Lorsque $v = 1$, alors $x = 0$ par la propriété mentionnée ci-dessus ; d'où $\frac{7}{4}\,a + C = 0$, & $C = -\frac{7}{4}\,a$; de-là $x = a \times (\frac{1}{4}\,v^4 + v^2 - \frac{7}{4} - lv)$. Supposant $a = 1$, la plus petite ordonnée AG sera $= 4$. Si, en partant de 1, on donne successivement des valeurs à v, & qu'on les mette dans les équations de x & y, on en aura les valeurs suivantes ***.

---

* *Méch.* 428, *page* 75, lig. 2 & 3, ou *page* 76, lig. 9 de l'édition faite en 1770.

** Je ne sais où on a pris cela ; il en résulte pour la constante dans la valeur de x, $-\frac{7}{4}\,a$; & cette constante, suivant le Pere Renau, (Analyse démontrée, *page* 402,) $= -\frac{1}{12}\,a$: il en est de même dans le traité du Navire, *page* 580 : aussi, *page* 581, pour les ordonnées 4,96, 7,04, 9,99, &c., trouve-t-on les abscises 1,85, 4,68, 9,56, &c. ; & dans la table ci-après, les abscises correspondantes aux mêmes ordonnées sont 1,053, 3,892, 8,775, &c.

*** Voyez l'Analyse demontrée du Pere Renau, *page* 402, & pour ce qui concerne la loga-

$v = 1{,}00 \begin{cases} x = 0 \\ y = 4 \end{cases}$	$v = 1{,}06 \begin{cases} x = 0{,}262 \\ y = 4{,}254 \end{cases}$	$v = 1{,}1 \begin{cases} x = 0{,}453 \\ y = 4{,}440 \end{cases}$
$v = 1{,}2 \begin{cases} x = 1{,}053 \\ y = 4{,}961 \end{cases}$	$v = 1{,}3 \begin{cases} x = 1{,}820 \\ y = 5{,}566 \end{cases}$	$v = 1{,}4 \begin{cases} x = 2{,}655 \\ y = 6{,}258 \end{cases}$
$v = 1{,}5 \begin{cases} x = 3{,}892 \\ y = 7{,}042 \end{cases}$	$v = 1{,}6 \begin{cases} x = 5{,}255 \\ y = 7{,}921 \end{cases}$	$v = 1{,}7 \begin{cases} x = 6{,}873 \\ y = 8{,}901 \end{cases}$
$v = 1{,}8 \begin{cases} x = 8{,}775 \\ y = 9{,}987 \end{cases}$	$v = 2 \begin{cases} x = 13{,}557 \\ y = 12{,}500 \end{cases}$	$v = 2{,}2 \begin{cases} x = 19{,}900 \\ y = 15{,}502 \end{cases}$

$AE = x$, $EF = y$. Si de A on porte ſur AD toutes les valeurs de x & ſur les ordonnées correſpondantes AG, EF, &c. les valeurs de y, on aura la ligne GFB, qui, comme nous l'avons dit, faiſant une révolution ſur ſon axe AD, produira un ſolide, lequel éprouvera moins de réſiſtance que tous corps de même longueur AB, & de même baſe BD. *Fig.* 13.

Si ce ſolide eſt terminé par un cône AHG dont la baſe $= AG$, la réſiſtance en ſera conſidérablement diminuée.

On verra par le paragraphe ſuivant la quantité de réſiſtance qu'un pareil corps peut éprouver de la part du fluide.

§ 14.

Lorſqu'un corps eſt en repos dans l'eau, il reçoit une preſſion dans tous les points de ſa partie ſubmergée qui eſt perpendiculaire à ſa ſurface, & dans le rapport de la profondeur de la partie preſſée, au-deſſous de la flottaiſon.

Ceci eſt un fait d'expérience qu'il ne faut pas perdre de vue: mais avant d'aller plus loin pour la recherche de l'expreſſion de la réſiſtance qu'éprouve un corps qui eſt pouſſé dans l'eau, il faut obſerver ce qui arrive à un Vaiſſeau qui cingle ou qui eſt mu par quelque force que ce ſoit.

Qu'un Navire ABC ſoit mis en mouvement dans une eau tran- *Fig.* 14.

rithmique, *page* 313: voyez auſſi le traité du Navire, *page* 580; a méchanique de M. Bezout, numéro 428, & le numéro 113, pour ramener le logarithme de la quantité v que l'on trouve dans les tables, à celui qui convient, le module (a) étant $= 1$. On y voit qu'il faut multiplier le logarithme des tables par 2,30258509.

quille avec une vîteſſe quelconque, il arrive toujours que l'eau, ſur l'extrémité *A* de l'avant de la plus grande largeur *C*, s'éleve contre cette partie au-deſſus de ſa ſurface *F*.

Cette élévation eſt ſenſible juſqu'à quelque diſtance en avant du Vaiſſeau dans la direction de ſa route, & de même s'étend latéralement en *P Q*; mais à partir de la plus grande largeur *C*, l'eau retombe de maniere qu'entre *C* & *B* elle eſt au-deſſous de ſa hauteur naturelle, juſqu'à ce qu'elle rencontre en *D* la partie du fluide qui, conſtamment avec la même vîteſſe que le Bâtiment, le ſuit pour remplir le vûide qu'il laiſſeroit après lui. Mais comme cette eau qui gliſſe le long du côté du Navire, a déjà rempli cet eſpace, il y a une rencontre de ce fluide en *E E* qui produit ce qu'on appelle *le remoux*. C'eſt ce qui ſe remarque mieux aux petits Bâtimens qui calent peu; mais ſur les grands, l'élévation de l'eau ſur l'avant ne s'apperçoit guere que quand ils ſont parvenus à une vîteſſe de 4 ou 5 pieds par ſeconde. Cette eau qui eſt à l'avant de la plus grande largeur, eſt pouſſée en avant avec le Vaiſſeau, & va ainſi dans la même direction; & comme elle eſt plus élevée en avant de cette plus grande largeur qu'en arriere, elle s'écoule en pente, de maniere qu'elle reçoit une vîteſſe dont la direction eſt contraire à celle du Vaiſſeau; & plus le Bâtiment a de vîteſſe, plus grande eſt cette pente.

Tout ceci ſe voit aſſez bien quand le Bâtiment navigue dans une eau peu agitée, où il n'y a pas de vague: mais quand le Vaiſſeau cingle ou eſt tiré dans un canal où il ne ſe trouve que trois ou quatre largeurs du Navire entre ce Vaiſſeau & le bord du canal, cet effet eſt bien plus ſenſible, quelque petite que ſoit la vîteſſe.

Il réſulte néceſſairement de ce que nous venons d'obſerver; 1°. que la réſiſtance qu'éprouve un Bâtiment ſillant avec une vîteſſe donnée, eſt augmentée par-là, que l'eau s'éleve ſur l'avant de ſa plus grande largeur, & qu'il réfoule devant ſoi une colonne d'eau plus élevée que dans le principe de ſon mouvement; mais cette colonne ainſi élevée & chaſſée de l'avant, agiſſant ſur l'eau, dans le ſens de ſon mouvement, avant que le corps du Vaiſſeau * y par-

* Cette élevation de l'eau de l'avant du Vaiſſeau forme une eſpece de proue d'eau qui n'eſt pas d'une figure auſſi propre que celle du Vaiſſeau à diviſer le fluide, & le Bâtiment étant précédé par cette proue d'eau, ne peut pas vaincre auſſi facilement la réſiſtance de ce fluide, que s'il le diviſoit immédiatement, ce qui arrive à peu-près quand la vîteſſe eſt petite.

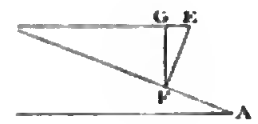
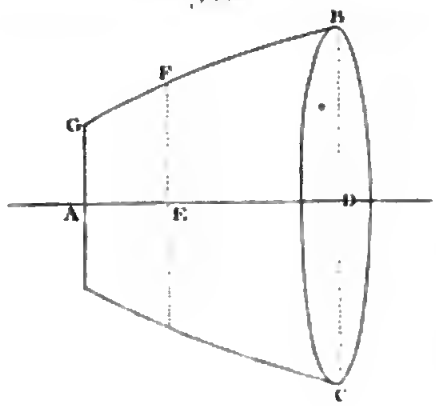
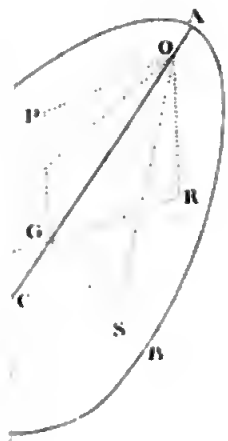


Fig 12.





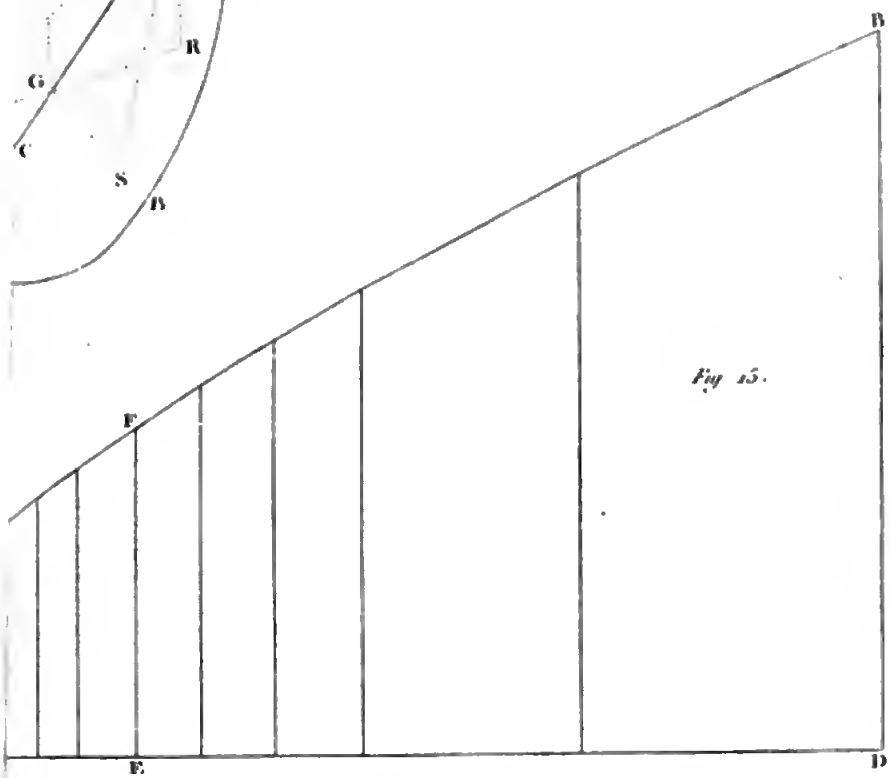


Fig 13.

vienne, en diminue en quelque façon la réſiſtance. 2°. Que la réſiſtance eſt encore augmentée, parce que l'eau eſt plus baſſe en arriere de la plus grande largeur, & que cette eau a outre cela perdu, pour preſſer l'arriere du Navire, une partie de ſa force qui peut être repréſentée par la vîteſſe du Bâtiment & celle avec laquelle l'écoulement du fluide ſe fait le long de la partie de l'arriere du Vaiſſeau, lequel fluide va en deſcendant depuis la plus grande largeur juſqu'à l'étambot.

D'après les obſervations & les remarques que l'on vient de faire, formons une équation qui exprime la réſiſtance qu'éprouve un corps pouſſé dans l'eau.

Il ſe rencontre cependant une difficulté qui provient de ce qu'il faut comparer la preſſion de l'eau avec * la vîteſſe du corps qui ſont des forces très-différentes. Mais comme on peut négliger dans l'expreſſion la preſſion perpendiculaire de l'eau contre la ſurface du corps, parce que l'effet en eſt le même, quelle que ſoit l'extrémité de ce corps qui aille de l'avant, on doit obſerver qu'ici cette force ne ſert que pour exprimer l'effet de l'inégalité de preſſion ſur les deux extrémités du Navire pendant le mouvement, ou ſur la réſiſtance qui s'enſuit & qui a du rapport avec la vîteſſe du Vaiſſeau.

Soit $ACBQ$ formé de deux coins qui ſont joints par leur baſe CQ; exprimons la preſſion de l'eau, perpendiculaire à la ſurface dans tous ſes points, par FG, FG. *Fig.* 15.

Suppoſons ce corps mu avec la vîteſſe FH dans une direction parallele à la ligne du milieu AB, de B en A; finiſſons comme à l'ordinaire le parallélograme $FGIH$, & traçons la diagonale IF. On a donc la réſultante de cette vîteſſe avec la preſſion de l'eau dans la direction IF. Si du point K où la ligne IH rencontre la ligne AC ou CB, on trace la ligne KL perpendiculaire à GI, IL ſera la réſiſtance que le corps éprouve dans la direction BA, & LI eſt une force ſur l'arriere du corps CB qui le pouſſe de l'avant dans la direction ſuivant laquelle il ſe meut.

Soit CM perpendiculaire à AB; $CD = DM$, & DN perpendiculaire au plan ſupérieur $ACBM$. Soit $FG = m$, $FH = n$; l'aire du plan $CE = A$, l'aire du plan $CP = B$, & enfin l'aire du plan $CN = C$.

* Avec la quantité de mouvement du corps.

A cauſe de la ſimilitude des triangles ACD, FHK, KIL, on a $KH = \frac{DC}{AC} \times n$, & de-là $IK = \frac{DC}{AC} \times n + m$, & auſſi $IL = \frac{DC}{AC} \times (m + \frac{DC}{AC} \times n)$. IL repréſente la réſiſtance au point F qui eſt produite par les forces FG (m), HF (n). Mais le nombre des preſſions FG eſt au nombre des preſſions FH, comme l'aire A eſt à l'aire C; donc $A \times \frac{DC}{AC} \times m + C \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times n$ repréſente l'effet de l'eau ſur la partie de l'avant. De la même maniere, on trouve $B \times \frac{DC}{BC} \times m - C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times n$ pour l'effet de l'eau ſur la partie de l'arriere.

Souſtrayant cette derniere expreſſion de la premiere, la réſiſtance contre ce corps mu ſelon la direction AB, ſera exprimée par $A \times \frac{DC}{AC} \times m + C \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times n - B \times \frac{DC}{BC} \times m + C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times n$; & comme $A \times \frac{DC}{AC} \times m = B \times \frac{DC}{BC} \times m$, l'expreſſion de la réſiſtance ſe réduit à $C \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times n + C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times n$: d'où l'on voit que tant que la viteſſe n'eſt pas aſſez conſidérable pour que l'eau, s'élevant à l'avant & s'abaiſſant à l'arriere de la plus grande largeur, augmente la force de l'avant, & diminue celle de l'arriere de cette plus grande largeur, en ce cas le corps éprouvera la même réſiſtance, quelle que ſoit celle des extrémités aigue ou obtus qui forme l'avant : & cependant, que cette réſiſtance ſera la moindre quand les deux extrémités ſont égales, ou, ce qui eſt la même choſe, quand la plus grande largeur ſera au milieu.

Mais ſi l'on ſuppoſe que l'eau dévance le Vaiſſeau en avant de ſa plus grande largeur avec la viteſſe v, & qu'elle a acquis une viteſſe w en ſens contraire de la direction du corps en arriere de cette plus grande largeur, pour lors la viteſſe en avant $= n - v$, & en arriere $= n + w$; & comme la réſiſtance eſt dans le rapport des quarrés des viteſſes, elle s'exprimera définitivement par $C' \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times (n-v)^2 + C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times (n+w)^2$, où l'on ſuppoſe C' plus grand que C, d'autant que l'eau en avant de la plus grande largeur eſt plus élevée que de l'arriere.

Où l'on reconnoît que, quel que ſoit le rapport entre n, v & w, le corps éprouve une moindre réſiſtance quand c'eſt la partie obtus

qui eſt de l'avant, & que la moindre réſiſtance dépend de la quantité de $n - v$ & $n + w$ où la plus grande largeur CM doit être placée en avant du milieu.

On voit auſſi que plus v & w ſont grands par rapport à n, plus la plus grande largeur doit être portée en avant du milieu, pour que la réſiſtance ſoit la moindre.

Il ne peut au ſurplus jamais arriver que $v = n$, car dans ce cas, l'eau s'échapperoit avec la même vîteſſe que le Vaiſſeau, ce qui n'eſt pas poſſible. v eſt très-petite par rapport à n, quand la vîteſſe eſt petite, de maniere que quand n eſt très-petite, $v = 0$. Il en eſt de même à l'égard de l'eau en arriere de la plus grande largeur; quand la vîteſſe eſt petite, & que le corps a ſa plus grande largeur fort de l'arriere, l'eau ſuit le corps pour remplir le vuide qu'il laiſſe; c'eſt pourquoi une partie de l'eau ſuit la même direction que le corps, enſorte que la vîteſſe de ce corps par rapport à l'eau eſt $n - w$; d'où il réſulte que l'expreſſion de la réſiſtance doit avoir cette forme $C^1 \times \frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times (n - v)^2 + C \times \frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times (n \pm w)^2$.

Si cette expreſſion de la réſiſtance n'eſt pas exacte, au moins le réſultat en eſt-il confirmé par les expériences ſuivantes.

§ 15.

Dans un vaſte & profond étang, on a placé à cent pieds de diſtance l'un de l'autre deux perches A, B & deux piquets C, D auxquels il a été adapté des poulies à rouets de cuivre jaune, par leſquelles il paſſe des lignes qui ſupportent des poids, le tout comme on le voit dans la figure. Les lignes E & G ſont attachées au corps mis en expérience. Sur la ligne E eſt un poids pour faire mouvoir ce corps dans l'eau, & ſur l'autre ligne G il y a auſſi un poids, mais moindre que le premier, pour contretenir le corps dans une ligne directe dont il s'écarteroit ſans cela; à la ligne E ſont attachés deux petits morceaux de drap rouge I, K à 74 pieds de diſtance l'un de l'autre. Pour meſurer le tems, on s'eſt ſervi d'une montre à ſeconde. Quand la marque K arrivoit à L, on laiſſoit aller la montre à ſeconde, & quand la marque I étoit parvenue au même point, on arrêtoit par un reſſort ladite montre à ſeconde, ce qui a donné le nombre de ſecondes que le corps F a employé à parcourir

Fig. 16.

la diſtance de 74 pieds. Les corps qui ont été mis en expérience étoient en bois, & avoient 28 pouces de longueur ; ils avoient les fonds de figures circulaires. Leur diametre, à la plus grande largeur, étoient les $\frac{2}{7}$ de la longueur, ou de 8 pouces ; leur courbure, ſelon la longueur, formoit un cône parabolique, de laquelle ligne parabolique le ſommet ſe trouvoit à la plus grande largeur ; & comme ces corps étoient plus légers que l'eau, on y couloit du plomb juſqu'à ce que la péſanteur fut à peu-près égale à celle de l'eau de mer, de façon qu'ils puſſent à peine flotter *, & que leurs axes fuſſent paralleles à la ſurface de l'eau. Le poids ſur la ligne *E* qui devoit mettre le corps en mouvement, varioit ſelon qu'il étoit queſtion d'augmenter ou diminuer la viteſſe : mais le poids retardant étoit toujours le même. Les trois corps N° 1, 2 & 3 étoient de même poids, mais les autres étoient plus légers dans le rapport de la ſolidité du cône à celle du cône parabolique.

	N°. 1.	N°. 2.	N°. 3.	N°. 4.	N°. 5.	N°. 6.	N°. 7.
Poids des corps.	27 livres.	27 livres.	27 livres.	22 livres.	19 $\frac{1}{4}$ liv.	16 $\frac{1}{4}$ liv.	12 livres.
Forme des corps.							
	A A	B C	D E	F G	H I	O P	R P

Poids moteurs.	*Poids retardans*	*Tems, en ſecondes, que les corps ont été à parcourir l'eſpace de 74 pieds.*											
		Secondes	Secondes		Secondes		Secondes		Secondes		Secondes		Secondes	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	O	P	R	P
Les $\frac{1}{2}$ du p. du corps.	La moitié du poids du corps.	25 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{4}$	24 $\frac{3}{4}$	27 $\frac{3}{4}$	26 $\frac{1}{4}$	25 $\frac{1}{2}$	25 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{4}$	24 $\frac{1}{2}$	30	29 $\frac{3}{4}$	45	29 $\frac{1}{2}$
Le poids du corps.	La moitié du poids du corps.	14	14	14 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{3}{4}$	13 $\frac{3}{4}$	15	16	24 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{4}$	38	24
1 fois $\frac{1}{2}$ le p. du corps.	La moitié du poids du corps.	11	10 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	11	11	10 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{3}{4}$	19 $\frac{1}{4}$
37 livres. en tout.	12 livres un tiers en tout.	12 $\frac{1}{2}$			11	14	10 $\frac{3}{4}$	11	10	11 $\frac{1}{4}$	12	16	—	—

* Il faut cependant croire qu'ils étoient aſſez flottans pour que l'élévation de l'eau de l'avant, dans le cas de la grande viteſſe, pût avoir lieu ſans les ſubmerger.

Les corps

Les corps : N°. 1 avoit ſa plus grande largeur au milieu, & les deux extrémités formées par des lignes paraboliques.

N°. 2 avoit ſa plus grande largeur aux $\frac{3}{7}$ de la longueur à partir du point *B* ; les deux extrémités auſſi paraboliques.

N°. 3 avoit ſa plus grande largeur à $\frac{1}{7}$ de la longueur à partir du point *D* ; les deux extrémités encore paraboliques.

N°. 4 avoit ſa plus grande largeur au milieu ; l'extrémité *F* parabolique, l'autre *G* en cône.

N°. 5 avoit ſa plus grande largeur aux $\frac{3}{7}$ de la longueur à partir du point *H* ; l'extrémité *H* parabolique, l'autre *I* en cône.

N°. 6 avoit ſa plus grande largeur aux $\frac{3}{7}$ de la longueur à partir du point *O* ; les deux extrémités en cône.

N°. 7 tout en cône, ayant la plus grande largeur égale à celle des autres corps, & pour longueur deux fois & demie la largeur.

Voici comme doivent s'entendre ces expériences : par exemple, pour le N°. 2 : le poids mouvant étant égal à celui du corps, & le poids retardant en étant la moitié, l'extrémité *B* étant de l'avant, le corps a parcouru les 74 pieds en 14 ſecondes ; ſi, au contraire, c'eſt l'extrémité *C*, il eſt 14 $\frac{1}{2}$ ſecondes à parcourir ledit eſpace.

Chacune de ces expériences s'eſt reitérée ſix fois ; on prenoit un moyen entre les réſultats qui, au ſurplus, étoient preſque toujours égaux, & quand il y avoit quelques différences, elles ne ſurpaſſoient pas une demi-ſeconde. On n'y trouve pas dans les vîteſſes le rapport auquel on devroit s'attendre en conſidérant les poids, ce qui provient d'un mouvement produit à la ſurface de l'eau par une diviſion du fluide trop près de la flottaiſon. Ce nombre de poulies ſur leſquelles la ligne doit paſſer, rend les expériences moins exactes à cauſe des frottemens. Mais comme ces frottemens ſont égaux pour toutes les circonſtances, les variations de vîteſſe ont dû être de la même eſpece.

L'induction que l'on peut tirer de tout ceci eſt 1°. que lorſque le mouvement eſt lent, le corps a plus de vîteſſe quand l'extrémité la plus aigue eſt l'avant, que quand c'eſt l'extrémité obtus. 2°. Qu'une fois que la vîteſſe eſt augmentée à un certain dégré, ce corps parcourt la même diſtance en tems égaux, quelle que

ſoit l'extrémité qui ſoit l'avant. 3°. Que quand la vîteſſe devient encore plus grande, le corps eſt moins de tems à parcourir la même diſtance lorſque l'extrémité obtus eſt l'avant : ainſi, c'eſt la vîteſſe du corps qui doit déterminer le lieu de la plus grande largeur, pour que la réſiſtance ſoit un *minimum*.

M. Camus, dans ſon *Traité des forces mouvantes*, parle d'expériences qu'il a faites ſur cet objet. On trouve pareillement (*Murrays Treatiſe on Schip-building*) des expériences qui cadrent aſſez bien, mais qui different de celles ci-deſſus, en ce que, que la vîteſſe fût grande ou petite, le corps éprouvoit toujours moins de réſiſtance, l'extrémité obtus étant l'avant ; ce qui provenoit de ce que ces expériences avoient été faites dans des canaux conſtruits exprès, par rapport à la largeur deſquels celle du corps étoit conſidérable, enſorte que l'eau ne pouvoit le dépaſſer ſans s'élever à l'avant, & par conſéquent, ſe trouver plus baſſe en arriere. Cette eau devoit donc avoir un courant des deux côtés du corps, de maniere qu'avec quelque lenteur que le corps fût mu dans le canal, l'effet de l'eau étoit le même que quand, dans les expériences ci-deſſus, il étoit mu avec une plus grande vîteſſe.

Ces expériences ſe rapportent à l'expreſſion de la réſiſtance que l'on a vue dans le dernier paragraphe. Il ne s'agit que de trouver la valeur de v & w, relativement à n, & de voir quand on doit employer les ſignes + ou − dans $n \pm w$. On ſait, par ce qui a été dit dans le dernier paragraphe, que le ſigne − dans $n \pm w$ n'a lieu, dans l'expreſſion de la réſiſtance, que quand la vîteſſe & la forme en arriere de la plus grande largeur ſont telles que l'eau qui agit ſur la partie de l'arriere, ſe meut dans le même ſens que le Vaiſſeau.

§ 16.

Fig. 15. Par l'expreſſion de la réſiſtance, on voit que cette force eu égard à $n - v$ & $n + w$, eſt plus ou moins grande ſuivant le rapport qui ſe trouve entre les lignes AC & BC ; conſéquemment qu'il y a une certaine diſtance de l'une ou l'autre des extrémités où doit être portée la plus grande largeur CM, pour que cette réſiſtance ſoit un *minimum* : il eſt donc queſtion de déterminer la diſtance AD qui rendra l'expreſſion de la réſiſtance un *minimum*. Pour cela mul-

tipliez $C\frac{(DC)^2}{(AC)^2}\times(n-v)^2+C\frac{(DC)^2}{(BC)^2}\times(n+w)^2$ par la quantité encore inconnue $\frac{(AC)^2\times(BC)^2}{C\times(DC)^2}$. Le rapport dans les termes ſera le même. On aura $(BC)^2\times(n-v)^2+(AC)^2\times(n+w)^2$ qui doit être un *minimum*.

Soit $AB=a$, $AD=x$; alors $BD=a-x$; faites $DC=1$; $n-v=p$, & $n+w=q$: vous aurez $(AC)^2=x^2+1$, & $(BC)^2=a^2-2ax+x^2+1$. Alors ce ſera $(x^2+1)\times q^2+(a^2-2ax+x^2+1)\times p^2$ dont il faut faire un *minimum*. Pour cela faites ſa différentielle $2q^2xdx-2ap^2dx+2pxdx=0$; d'où $(p^2+q^2)x=ap^2$, ce qui donnera cette analogie $(n+w)^2+(n-v)^2:(n-v)^2::AB:AD$: ainſi, plus w & v ſeront grandes par rapport à n, ce qui a lieu à meſure que la vîteſſe devient grande, moins grande deviendra AD. Quand w & v ſont ſuppoſés $=0$, ce qui peut être quand la vîteſſe eſt petite, alors $AD=\frac{1}{2}AB$. C'eſt donc de w & de v dont dépend la détermination du lieu où doit être le maître couple. Mais ce ſont ces deux quantités préciſément que l'on ne peut déterminer, puiſqu'elles varient ſuivant la vîteſſe. Il s'enſuivroit que, pour que la réſiſtance fût conſtamment un *minimum*, le lieu de la plus grande largeur devroit varier, ce qui n'eſt pas poſſible.

On ne peut donc rien conclure de ceci, ſinon que la plus grande largeur doit être de quelque choſe en avant du milieu. Si enfin on détermine le lieu du maître couple pour une certaine vîteſſe, la queſtion pour cela ne ſera pas réſolue, puiſque cette détermination ne ſera fondée que ſur une ſuppoſition.

Par exemple, qu'un Vaiſſeau cingle avec une grande vîteſſe; à parcourir 20 pieds par ſeconde. Que l'eau dans ce cas ſoit plus élevée d'un pied ſur l'avant que ſur l'arriere. Comme elle ne ſera au plus bas que vers l'étambot, on ſuppoſera qu'au milieu de la diſtance entre l'étambot & l'étrave, elle ſera un demi-pied plus baſſe que ſur l'avant à l'étrave; le courant d'eau a donc une vîteſſe égale à celle qu'auroit acquis un corps tombé de la hauteur d'un demi-pied *, c'eſt-à-dire, à parcourir $\sqrt{33}$ pieds ** dans une ſeconde.

---

* *Méch.* 466, *page* 108.

** $\sqrt{30,2}$ pieds de Roi. *Méch.* { 203. 207. }

Ceci ne ſe paſſe qu'à la ſurface. Cette vîteſſe doit diminuer ſelon la profondeur juſqu'à la quille où elle n'eſt rien ; on pourroit donc ſuppoſer, pour avoir un moyen, une vîteſſe de 3 pieds par ſeconde. Elle doit encore être diminuée à cauſe que l'eau étant plus haute en avant de la plus grande largeur, elle a un mouvement en ſens contraire, c'eſt-à-dire, dans le même ſens que celui du Vaiſſeau. Tout ceci n'arrive que quand le Vaiſſeau navigue ſur une eau tranquille ; mais s'il y a de la lame, cette circonſtance de l'exhauſſement & de l'abaiſſement du fluide, doit ſe réduire à rien ou à peu de choſe. C'eſt pourquoi je ſuppoſerai que quand la vîteſſe du Vaiſſeau ſera de 20 pieds par ſeconde, celle de l'eau dans le ſens contraire & en arriere de la plus grande largeur, ſera d'un pied par ſeconde, & de l'avant dans le ſens du Vaiſſeau, d'un demi-pied ; ainſi, on aura $n = 20$, $w = 1$, $v = 0,5$: donc $n + w = 21$; $n - v = 19,5$: donc $(n + w)^2 = 441$, & $(n - v)^2 = 380,25$. Que maintenant AB ou a ſoit ſuppoſé $= 100$, AD ou x ſera $= 46$, c'eſt-à-dire, que la plus grande largeur ſera alors de $\frac{1}{11}$ de la longueur en avant du milieu.

Il faut encore convenir que ce calcul n'étant toujours fondé que ſur des ſuppoſitions, on n'en peut tirer de concluſions, ſinon de porter la plus grande largeur un peu de l'avant du milieu, comme on l'a fait ci-deſſus. Au ſurplus, le lieu poſitif de cette plus grande largeur, pour l'effet dont il eſt queſtion, n'a pas beſoin d'une détermination fort rigoureuſe, puiſque la réſiſtance peut auſſi être diminuée par la forme des lignes d'eau en avant & en arriere de la plus grande largeur. On pourra trouver ci-après quelques moyens de déterminer, avec plus d'exactitude, le lieu où il faut placer le maître couple.

Cependant on pourra retirer une autre utilité de ces eſſais : puiſque $n - v$ & $n + w$ expriment la vîteſſe avec laquelle le Vaiſſeau rencontre l'eau, & que l'effet de la réſiſtance eſt pour l'avant comme $(n - v)^2$, & pour l'arriere comme $(n + w)^2$, ces deux quantités peuvent être conſidérées comme des forces abſolues qui agiſſent contre le Vaiſſeau, & qui ſont toujours plus grandes ſur la partie de l'arriere que ſur celle de l'avant ; & ſi l'on ſuppoſe la même vîteſſe pour tous les Vaiſſeaux, la valeur de ces quantités 380,25 & 441 doit être regardée pour tous, comme des coefficients ab-

ſolus de la réſiſtance. Mais ces quantités étant conſtantes, il vaut mieux en employer de plus ſimples dans le même rapport, comme 6 & 7 : donc l'expreſſion, pour la réſiſtance ſur l'avant, ſera $6\frac{(DC)^2}{(AC)^2} \times C$, & pour celle ſur l'arriere $7\frac{(DC)^2}{(BC)^2} \times C$. Les quantités 6 & 7 ſont toujours fondées ſur des ſuppoſitions ; car ſi w avoit été égale à 2 ou à une demie, alors, au lieu de 7, le coefficient abſolu de la réſiſtance de l'arriere auroit été 7,7 ou 6,6 : mais une préciſion mathématique n'étant pas requiſe dans la pratique, il vaut mieux avoir une expreſſion où il y ait quelque petit défaut d'exactitude, pourvu qu'il ne s'y trouve rien qui repugne, que d'en manquer abſolument.

Comme il nous reſte à faire uſage de ces expreſſions, & puiſque de la réſiſtance abſolue dérive non-ſeulement la relative directe, mais encore la latérale & la verticale, nous donnerons la conſtruction ſuivante qui ſervira à trouver la valeur de ces trois forces.

§ 17.

Soit $ACDB$ un plan incliné vers l'horiſon. Suppoſons qu'il ſoit rencontré par le fluide avec une force EF, dans une direction horiſontale, de E en F. *Fig.* 17.

De F, tracez la ligne FI parallele à l'horiſon ; de E menez EG perpendiculaire au plan : EG exprimera la force qui agit perpendiculairement à ce plan. De G, menez GH perpendiculaire à EF : EH eſt la force relative directe. De E, menez la ligne EI perpendiculaire à FI, & tracez GI : alors le triangle EIG ſera perpendiculaire à l'horiſon. De G on abaiſſera GK perpendiculairement à EI ou à l'horiſon, & GK ſera la force relative verticale. Tracez encore une ligne de K en H ; elle ſera perpendiculaire à EF, & la diſtance KH repréſentera la force latérale relative : Ainſi, les forces relatives directe, verticale & latérale qui agiſſent dans le point F, doivent s'exprimer par EH, GK & KH.

Pour appliquer ceci à la carene du Vaiſſeau : ſoit $aacd$ la partie de l'avant de cette carene ; aa, bb, cc, &c. des lignes de flottaiſon à diſtances égales entr'elles, & AK, BL, MN, &c. des coupes verticales qui ſont de même à diſtances égales. *Fig.* 18.

Pour trouver les forces directe, verticale & latérale qui agiſ-

ſent ſur l'avant du Vaiſſeau, diviſez tous les eſpaces $CABD$, $DBMO$, &c. en triangles : ce qui eſt exécuté dans $CABD$ au moyen de la diagonale AD.

De D & A menez les lignes DF, AE perpendiculairement à AC, DB, & de F & E menez pareillement FG, EH perpendiculairement à aa, bb.

Fig. 19. Faites les deux lignes paralleles RS, PQ, en obſervant entr'elles une diſtance égale à celles qui ſe trouvent entre les coupes verticales. Tracez à ces deux lignes, la perpendiculaire RP prolongée ; tranſportez la diſtance DF de P en T ; tracez TR ; de T, menez Tu perpendiculairement à TR. uR exprimant la force abſolue, uP

Fig. 18. exprimera la force relative directe, FG la verticale, & GD la latérale, leſquelles agiſſent ſur le triangle ACD. Mais comme la force abſolue eſt conſtante, on pourra prendre pour cette force, la

Fig. 19. diſtance entre les coupes. Pour cela, tirez PW perpendiculairement à la ligne RT ; de W menez WX perpendiculairement à RP, & PX ſera la force relative directe.

Fig. 18. Tranſportez la diſtance FG qui eſt la force verticale quand la

Fig. 19. force abſolue eſt Ru, de Z en Y, de maniere que la ligne ZY ſoit perpendiculaire à PQ.

Comme la force abſolue Ru a été réduite à RP, celle-là (ZY) doit auſſi être diminuée ſuivant le même rapport. C'eſt pourquoi, tracez la ligne TX. Alors $YZ : Y\beta :: RP : RX :: Ru : RP$: donc $Y\beta$ ſera la force relative verticale ſur le triangle ACD (*Fig.* 18.).

Tranſportez DG de P en $\checkmark$ (*fig.* 19.) ; menez $\checkmark R$. On verra de même que δX eſt la force latérale ſur le même triangle ; & par conſéquent, les forces relatives directe, verticale & latérale doivent s'exprimer par PX, βY & δX quand RP eſt la force abſolue. On aura l'effet de ces forces, en les multipliant par le triangle ACD. La même opération ſe fait pour le triangle ADB, & ainſi des autres.

Maintenant, ſi nous avons la réſiſtance de la partie de l'avant $= M$; celle de la partie de l'arriere $= N$; toute la réſiſtance, ſelon le dernier paragraphe, ſera dans le rapport de $6M + 7N$: mais comme on a pris, pour la force abſolue, la diſtance entre les coupes qui peut être plus grande dans un plan que dans un autre, la force relative ſur un Vaiſſeau ne peut pas être comparée

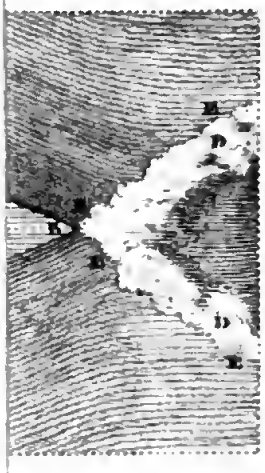


Fig. 15.

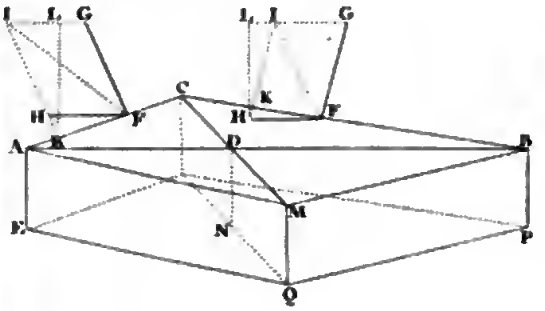


Fig 16.

Fig. 18.

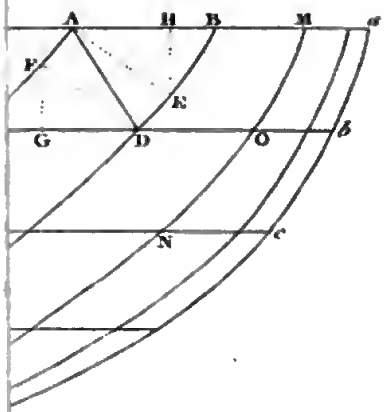
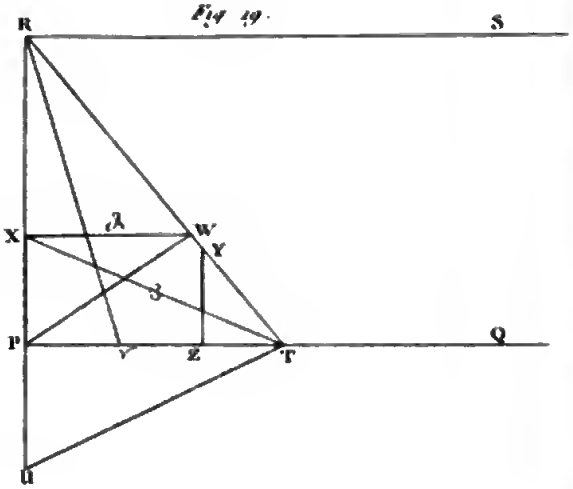


Fig. 19.



à celle qui agit ſur un autre. Il faut donc trouver une figure plane qui mue dans l'eau avec la même viteſſe que le Navire, y éprouveroit la même réſiſtance : on l'appellera *plan de réſiſtance*. Si la diſtance entre les coupes $= m$, le plan de réſiſtance ſera $= \frac{6M + 7N}{13m}$. Par exemple, que $M = 18$, $N = 16$, $m = 5$; alors on aura $\frac{6M + 7N}{13m} = 3{,}38$: c'eſt-à-dire, que le Vaiſſeau éprouve autant de réſiſtance qu'en éprouveroit un plan de 3,38 pieds de ſurface mu avec la même viteſſe que ce Bâtiment. Ainſi, ſon plan de réſiſtance eſt de 3,38 pieds quarrés.

§ 18.

Trouver la réſiſtance directe, ou le Plan de réſiſtance du Corſaire. Fig. 47, 48 & 49.

Pour avoir, avec plus de préciſion, la conſtruction & le calcul des forces, on a fait, ſur une plus grande échelle, le plan vertical de la carene.

Les coupes qui ſont à diſtances égales, ſont déſignées par *Fig. 20.* π, β, Z, X, u, &c. à l'avant du Φ, & par 32, 30, 28, &c. en arriere ; 1 1 eſt la ligne de flottaiſon ſupérieure du Vaiſſeau quand il eſt armé. En deſſous de cette ligne, on en trace d'autres, 2 2, 3 3, 4 4, &c. qui toutes ſont paralleles à la ſupérieure, & à diſtances égales entr'elles. Par ce moyen, toute la ſurface de la carene ſe trouve diviſée en eſpaces tels que $B\pi\beta E$; ces eſpaces ſont diviſés en triangle par les diagonales AB, πE, &c.

De A menez la ligne AC perpendiculairement à $B\pi$; de π & E, les lignes πI, EF perpendiculairement à $E\beta$, $B\pi$. De C menez CD perpendiculairement à la ligne de flottaiſon. De F & I menez auſſi perpendiculairement aux lignes de flottaiſon les lignes FH & IG. Ainſi de ſuite pour les autres eſpaces.

Cette conſtruction faite, on trace deux lignes paralleles IK *F. 20 & 21.* LM, *fig.* 21, à une diſtance entr'elles égale à celle entre les coupes ; tracez-leur enſuite la perpendiculaire NO.

Tranſportez AC, *fig.* 20, de N en P, *fig.* 21 ; faites NQ égale à la diſtance de la coupe π à l'étrave ; tracez PQ. Mais comme la diſtance entre cette premiere coupe π & l'étrave eſt moindre que

celle entre les coupes, & que cette distance est prise pour le sinus total des forces sur tous les espaces, tirez de *O* la ligne *OR* parallele à *PQ*.

Transportez *DC*, *fig.* 20, de *u* en *W*, *fig.* 21, perpendiculairement à *NR*; de *N*, & par le point *W*, tirez la ligne *NX*; encore de *N* menez à *OR* la perpendiculaire *NS*, & de *S* à *NO* la perpendiculaire *ST*. Il s'ensuivra, selon le dernier paragraphe, que *NT* sera la force relative directe qui agit contre le triangle *ABπ*.

Tirez *RT*; *fig.* 21; de *X* faites *XY* perpendiculaire à *LM*; *XY* est la force verticale qui agit contre le même triangle; & de cette maniere on a trouvé les forces directes & verticales qui agissent contre le triangle (25), *fig.* 20.

Pour trouver les forces directe & verticale qui agissent sur le triangle (24), on procede comme il vient d'être enseigné dans le dernier paragraphe. Faites *ab*, fig. 21, perpendiculaire à *LM*; transportez la distance *EF*, *fig.* 20, de *a* en *c*, *fig.* 21; de *a* menez *ad* perpendiculairement à *bc*; de *d* menez *de* perpendiculairement à *ab*: *ae* sera la force directe. Tracez *ce*, & transportez la distance *FH*, *fig.* 20, de la ligne *bc*, *fig.* 21, à la ligne *LM* perpendiculairement à cette derniere; *fg* sera la force verticale sur le triangle (24) *fig.* 20.

Le produit de ces forces multiplié par l'aire des triangles, est leur effet sur chacun d'eux. La même opération se fait pour tous les espaces. On trouve de la même maniere les forces sur la partie de l'arriere. La construction en est représentée dans la figure 22. L'on prend la valeur de toutes ces forces sur une échelle de décimales, & on en forme une table dans l'ordre de celle qui suit.

Comme nous ne nous attachons ici qu'aux forces directes, l'on n'y trouve que les effets de ces forces.

La distance entre les coupes = 4,95 pieds. La distance entre les lignes de flottaison = 2,25 pieds = 2 pieds un quart, dont la moitié = 1 pied un huitieme.

Réſiſtance

Réſiſtance directe du Corſaire, fig. 47, 48 & 49, *en avant du* ⊕ *couple.*

Entre les 1re. & 2e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	Cette force × par la baſe
25	2, 02	2, 11	4, 16
23	4, 25	1, 53	4, 70
21	3, 74	1, 15	4, 30
19	2, 83	0, 75	2, 12
17	2, 12	0, 53	1, 12
15	1, 62	0, 36	0, 58
13	1, 07	0, 21	0, 22
11	0, 72	0, 10	0, 07
9	0, 53	0, 07	0, 03
7	0, 33	0, 03	0, 01
5	0, 25	0, 02	0, 00
3	0, 14	0, 01	0, 00
1	0, 10	0, 00	0, 00
			17,31
× la ⅔ haut. du tria.			1 + ⅓
Effets.			19,47

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	Cette force × par la baſe
26	1, 07	1, 83	1, 95
24	3, 40	1, 42	4, 82
22	3, 37	1, 12	3, 77
20	2, 79	0, 72	2, 00
18	2, 39	0, 53	1, 26
16	1, 90	0, 38	0, 72
14	1, 39	0, 25	0, 34
12	1, 06	0, 15	0, 16
10	0, 72	0, 11	0, 07
8	0, 48	0, 06	0, 02
6	0, 31	0, 03	0, 01
4	0, 20	0, 02	0, 00
2	0, 15	0, 01	0, 00
			15 12
			1 + ⅓
			17,01

Entre les 2e. & 3e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	Cette force × par la baſe
25	1, 07	1, 67	1, 78
23	3, 40	1, 17	3, 97
21	3, 37	0, 93	3, 13
19	2, 79	0, 63	1, 75
17	2, 39	0, 51	1, 21
15	1, 90	0, 36	0, 68
13	1, 39	0, 23	0, 32
11	1, 06	0, 19	0, 20
9	0, 72	0, 10	0, 07
7	0, 48	0, 05	0, 02
5	0, 31	0, 03	0, 01
3	0, 20	0, 02	0, 00
1	0, 15	0, 01	0, 00
			13,14
			1 + ⅛
			14,78

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	Cette force × par la baſe
26			
24	2, 64	1, 02	2, 69
22	2, 72	0, 89	2, 42
20	2, 47	0, 57	1. 40
18	2, 47	0, 49	1, 21
16	2. 12	0, 37	0, 78
14	1, 73	0, 26	0, 44
12	1, 34	0, 19	0, 25
10	1, 02	0, 14	0, 14
8	0, 67	0, 08	0, 05
6	0, 47	0, 04	0, 01
4	0, 30	0, 02	0, 00
2	0, 22	0, 01	0, 00
			9, 39
			1 + ⅓
			10,56

Entre les 3e. & 4e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	Cette force × par la baſe
23	2, 64	0, 86	2, 27
21	2, 72	0, 74	2, 01
19	2, 47	0, 50	1, 23
17	2, 47	0, 45	1, 11
15	2, 12	0, 37	0, 78
13	1, 73	0, 28	0, 48
11	1, 34	0, 19	0, 25
9	1, 02	0, 14	0, 14
7	0, 67	0, 08	0, 05
5	0, 47	0, 04	0, 01
3	0, 30	0, 03	0 01
1	0, 22	0, 02	0, 00
			8, 34
× la ⅔ haut. du tria.			1 + ⅓
Effets			9, 38

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	Cette force × par la baſe
24	1, 73	0, 57	0, 98
22	2, 07	0, 65	1, 34
20	1, 92	0, 44	0, 84
18	2, 12	0, 40	0, 84
16	2, 01	0, 33	0, 66
14	1, 84	0, 27	0, 49
12	1, 61	0, 19	0, 30
10	1, 29	0, 14	0, 18
8	0, 96	0, 10	0, 09
6	0. 72	0, 07	0, 05
4	0, 46	0, 04	0, 01
2	0, 34	0, 03	0, 01
			5, 79
			1 + ⅓
			6, 51

Entre les 4e. & 5e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	Cette force × par la baſe
23	1, 73	0, 61	1, 05
21	2, 07	0, 51	1, 05
19	1, 92	0, 38	0, 72
17	2. 12	0, 37	0, 78
15	2, 01	0, 31	0, 62
13	1, 84	0, 23	0, 42
11	1, 61	0, 19	0, 30
9	1, 29	0, 15	0, 19
7	0, 96	0, 09	0, 08
5	0, 72	0, 06	0, 04
3	0, 46	0, 04	0, 01
1	0, 34	0, 02	0, 00
			5, 26
			1 + ⅓
			5, 91

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	Cette force × par la baſe
24	0, 81	0, 44	0, 35
22	1, 50	0, 40	0, 60
20	1, 46	0, 32	0, 46
18	1, 50	0, 30	0, 45
16	1, 58	0, 23	0, 36
14	1, 58	0, 18	0, 27
12	1, 64	0, 18	0, 29
10	1, 40	0, 13	0, 18
8	1, 13	0, 11	0, 12
6	0, 93	0, 07	0, 06
4	0, 73	0, 04	0, 02
2	0, 55	0, 03	0, 01
			3, 17
			1 + ⅓
			3, 56

Digitized by Google

Réſiſtance directe du Corſaire en avant du Φ couple.

Entre les 5e. & 6e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
23	0, 81	0, 35	0, 28
21	1, 50	0, 34	0, 51
19	1, 46	0, 28	0, 40
17	1, 50	0, 23	0, 34
15	1, 58	0, 18	0, 28
13	1, 58	0, 16	0, 25
11	1, 64	0, 14	0, 22
9	1, 40	0, 11	0, 15
7	1, 13	0, 08	0, 09
5	0, 93	0, 06	0, 05
3	0, 73	0, 04	0, 02
1	0, 55	0, 02	0, 01
			2, 60
× la ½ haut. du tria.			1 + ½
			2, 92

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
22	1, 00	0, 20	0, 20
20	0, 97	0, 17	0, 16
18	0, 90	0, 14	0, 12
16	0, 93	0, 11	0, 10
14	0, 97	0, 09	0, 08
12	1, 10	0, 07	0, 07
10	1, 13	0, 06	0, 06
8	1, 08	0, 05	0, 05
6	0, 90	0, 04	0, 03
4	0, 82	0, 03	0, 02
2	0, 79	0, 02	0, 01
			0, 90
			1 + ½
			1, 01

Entre les 6e. & 7e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
21	1, 00	0, 19	0, 19
19	0, 97	0, 16	0, 15
17	0, 90	0, 11	0, 09
15	0, 93	0, 08	0, 07
13	0, 97	0, 07	0, 06
11	1, 10	0, 06	0, 06
9	1, 13	0, 05	0, 05
7	1, 08	0, 04	0, 04
5	0, 90	0, 03	0, 02
3	0, 82	0, 02	0, 01
1	0, 79	0, 01	0, 00
			0, 74
			1 + ½
			0, 83

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
22	0, 30	0, 05	0, 01
20	0, 50	0, 07	0, 03
18	0, 40	0, 06	0, 02
16	0, 35	0, 05	0, 01
14	0, 40	0, 04	0, 01
12	0, 40	0, 03	0, 01
10	0, 40	0, 02	0, 01
8	0, 40	0, 02	0, 01
6	0, 39	0, 01	0, 00
4	0, 35	0, 01	0, 00
2	0, 28	0, 00	0, 00
			0, 11
			1 + ½
			0, 12

Réſiſtance directe du Corſaire en arriere du Φ couple.

Entre les 1re. & 2e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
31	6, 22	1, 14	7, 09
29	3, 50	0, 58	2, 03
27	2, 40	0, 37	0, 88
25	1, 72	0, 28	0, 48
23	1, 20	0, 18	0, 21
21	1, 08	0, 19	0, 20
19	0, 75	0, 09	0, 06
17	0, 64	0, 07	0, 04
15	0, 51	0, 07	0, 03
13	0, 39	0, 05	0, 02
11	0, 35	0, 04	0, 01
9	0, 31	0, 03	0, 01
7	0, 26	0, 02	0, 00
5	0, 17	0, 02	0, 00
3	0, 15	0, 01	0, 00
1	0, 11	0, 00	0, 00
			11,06
× la ⅔ haut. du tria.			1 + ⅓
			12,44

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
32	3, 13	1, 52	4, 75
30	3, 00	0, 85	2, 55
28	2, 62	0, 42	1, 10
26	2, 31	0, 31	0, 71
24	1, 72	0, 24	0, 41
22	1, 47	0, 21	0, 30
20	1, 12	0, 13	0, 14
18	0, 91	0, 11	0, 10
16	0, 76	0, 09	0, 06
14	0, 56	0, 06	0, 03
12	0, 50	0, 06	0, 03
10	0, 43	0, 04	0, 01
8	0, 34	0, 04	0, 01
6	0, 26	0, 02	0, 00
4	0, 20	0, 02	0, 00
2	0, 14	0, 01	0, 00
			10,20
			1 + ⅓
			11,47

Entre les 2e. & 3e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
31	3, 04	0, 95	2, 88
29	3, 00	0, 64	1, 92
27	2, 62	0, 45	1, 17
25	2, 31	0, 35	0, 57
23	1, 72	0, 25	0, 43
21	1, 47	0, 21	0, 30
19	1, 12	0, 15	0, 16
17	0, 91	0, 13	0, 11
15	0, 76	0, 11	0, 08
13	0, 56	0, 07	0, 03
11	0, 50	0, 05	0, 02
9	0, 43	0, 04	0, 01
7	0, 34	0, 03	0, 01
5	0, 26	0, 02	0, 00
3	0, 20	0, 01	0, 00
1	0, 14	0, 00	0, 00
			7, 69
			1 + ⅛
			8, 65

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
32	1, 73	0, 60	1, 03
30	2, 01	0, 60	1, 20
28	2, 05	0, 50	1, 02
26	2, 07	0, 35	0, 72
24	2, 02	0, 28	0, 56
22	1, 65	0, 22	0, 36
20	1, 61	0, 27	0, 33
18	1, 21	0, 15	0, 18
16	1, 00	0, 12	0, 12
14	0, 81	0, 10	0, 08
12	0, 68	0, 07	0, 04
10	0, 56	0, 05	0, 02
8	0, 45	0, 04	0, 01
6	0, 31	0, 03	0, 01
4	0, 23	0, 02	0, 00
2	0, 16	0, 01	0, 00
			5, 68
			1 + ⅛
			6, 39

Digitized by Google

La réſiſtance directe en arriere du Φ couple.

Entre les 3e. & 4e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
31	1, 73	0, 48	0, 83
29	2, 01	0, 48	0, 96
27	2, 05	0, 40	0, 82
25	2, 07	0, 31	0, 64
23	2, 02	0, 26	0, 52
21	1, 65	0, 21	0, 34
19	1, 61	0, 20	0, 32
17	1, 21	0, 12	0, 14
15	1, 00	0, 11	0, 11
13	0, 81	0, 08	0, 06
11	0, 68	0, 07	0, 04
9	0, 56	0, 04	0, 02
7	0, 45	0, 03	0, 01
5	0, 31	0, 02	0, 00
3	0, 23	0, 01	0, 00
1	0, 16	0, 00	0, 00
			4, 81
× la ½ haut. du tria.			1 + ½
			5, 41

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
32	1, 07	0, 29	0, 31
30	1, 35	0, 29	0, 39
28	1, 40	0, 29	0, 40
26	1, 49	0, 27	0, 41
24	1, 69	0, 26	0, 43
22	1, 61	0, 21	0, 33
20	1, 70	0, 19	0, 32
18	1, 50	0, 16	0, 24
16	1, 34	0, 14	0, 18
14	0, 98	0, 09	0, 08
12	0, 88	0, 08	0, 07
10	0, 74	0, 06	0, 04
8	0, 63	0, 05	0, 03
6	0, 39	0, 03	0, 01
4	0, 31	0, 02	0, 00
2	0, 19	0, 01	0, 00
			3, 24
			1 + ½
			3, 64

Entre les 4e. & 5e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
31	1, 07	0, 27	0, 28
29	1, 35	0, 28	0, 37
27	1, 40	0, 26	0, 36
25	1, 49	0, 25	0, 37
23	1, 69	0, 24	0, 40
21	1, 61	0, 19	0, 30
19	1, 70	0, 18	0, 30
17	1, 50	0, 13	0, 19
15	1, 34	0, 12	0, 16
13	0, 98	0, 10	0, 09
11	0, 88	0, 09	0, 07
9	0, 74	0, 06	0, 04
7	0, 63	0, 05	0, 03
5	0, 39	0, 04	0, 01
3	0, 31	0, 02	0, 00
1	0, 19	0, 01	0, 00
			2, 97
			1 + ½
			3, 34

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
32	0, 70	0, 16	0, 11
30	0, 88	0, 16	0, 14
28	0, 93	0, 16	0, 14
26	1, 00	0, 16	0, 16
24	1, 11	0, 16	0, 17
22	1, 23	0, 16	0, 19
20	1, 24	0, 15	0, 18
18	1, 30	0, 14	0, 18
16	1, 37	0, 13	0, 17
14	1, 17	0, 12	0, 14
12	1, 13	0, 09	0, 10
10	0, 91	0, 07	0, 06
8	0, 76	0, 05	0, 03
6	0, 62	0, 03	0, 01
4	0, 40	0, 01	0, 00
2	0, 26	0, 01	0, 00
			1, 78
			1 + ½
			2, 00

Entre les 5e. & 6e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
31	0, 70	0, 15	0, 10
29	0, 88	0, 15	0, 13
27	0, 93	0, 15	0, 13
25	1, 00	0, 15	0, 15
23	1, 11	0, 15	0, 16
21	1, 23	0, 15	0, 18
19	1, 24	0, 14	0, 17
17	1, 30	0, 13	0, 16
15	1, 37	0, 12	0, 16
13	1, 17	0, 10	0, 11
11	1, 13	0, 07	0, 07
9	0, 91	0, 05	0, 04
7	0, 76	0, 04	0, 03
5	0, 62	0, 03	0, 01
3	0, 40	0, 02	0, 00
1	0, 26	0, 01	0, 00
			1, 60
× la ½ haut. du tria.			1 + ½
			1, 80

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
32	0, 41	0, 08	0, 03
30	0, 56	0, 08	0, 04
28	0, 61	0, 08	0, 04
26	0, 62	0, 08	0, 04
24	0, 64	0, 08	0, 05
22	0, 75	0, 08	0, 06
20	0, 78	0, 08	0, 06
18	0, 83	0, 08	0, 06
16	0, 83	0, 05	0, 04
14	0, 88	0, 05	0, 04
12	0, 95	0, 05	0, 04
10	0, 76	0, 04	0, 03
8	0, 76	0, 04	0, 03
6	0, 76	0, 03	0, 02
4	0, 54	0, 02	0, 01
2	0, 38	0, 01	0, 00
			0, 59
			1 + ½
			0, 66

Entre les 6e. & 7e. lignes de flottaiſon.

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
31	0, 41	0, 07	0, 02
29	0, 56	0, 07	0, 03
27	0, 61	0, 07	0, 04
25	0, 62	0, 07	0, 04
23	0, 64	0, 07	0, 04
21	0, 75	0, 07	0, 05
19	0, 76	0, 07	0, 05
17	0, 83	0, 06	0, 04
15	0, 83	0, 05	0, 04
13	0, 86	0, 04	0, 03
11	0, 95	0, 04	0, 03
9	0, 76	0, 03	0, 02
7	0, 76	0, 03	0, 02
5	0, 76	0, 02	0, 01
3	0, 54	0, 02	0, 01
1	0, 38	0, 01	0, 00
			0, 47
			1 + ½
			0, 53

Triangles. N°.	Baſe.	Réſiſt. directe.	La force × par la baſe
32	0, 22	0, 05	0, 01
30	0, 29	0, 04	0, 01
28	0, 32	0, 04	0, 01
26	0, 31	0, 03	0, 01
24	0, 31	0, 03	0, 01
22	0, 31	0, 02	0, 00
20	0, 31	0, 02	0, 00
18	0, 31	0, 02	0, 00
16	0, 31	0, 01	0, 00
14	0, 31	0, 01	0, 00
12	0, 28	0, 01	0, 00
10	0, 26	0, 01	0, 00
8	0, 25	0, 00	0, 00
6	0, 24	0, 00	0, 00
4	0, 23	0, 00	0, 00
2	0, 21	0, 00	0, 00
			0, 05
			1 + ½
			0, 06

Récapitulation des réſiſtances directes entre les lignes de flottaiſon.

Pour la partie de l'avant du Φ couple.	*Pour la partie de l'arriere du Φ couple.*
Entre les 1re. & 2e. l. de flot. = 36,48	Entre les 1re. & 2e. l. de flot. = 23,91
2e. & 3e. . . . . = 25,34	2e. & 3e. . . . . = 15,04
3e. & 4e. . . . . = 15,89	3e. & 4e. . . . . = 9,05
4e. & 5e. . . . . = 9,47	4e. & 5e. . . . . = 5,34
5e. & 6e. . . . . = 3,93	5e. & 6e. . . . . = 2,46
6e. & 7e. . . . . = 0,95	6e. & 7e. . . . . = 0,59
Contre l'étrave. . . . = 13,16	Contre le gouvernail. = 20,00
Réſiſt. totale à l'avant du Φ couple = 105,22	Réſiſt. totale à l'arriere du Φ couple = 76,39

Suivant le paragraphe 17, le plan de réſiſtance $= \frac{6M+7N}{13m}$. Dans cet exemple $M = 105,22$; $N = 76,39$; & $m = 4,95$. Donc le demi-aire du plan de réſiſtance $= \frac{6 \times 105,22 + 7 \times 76,39}{13 \times 4,95} = \frac{1166,05}{64,35} = 18,12$. Par conſéquent, cette Frégate éprouvera, de la part du fluide, une réſiſtance égale à celle qu'éprouveroit un plan de 36,24 pieds quarrés ou un quarré parfait de 6 pieds de côté, mu avec une vîteſſe égale à celle de ladite Frégate.

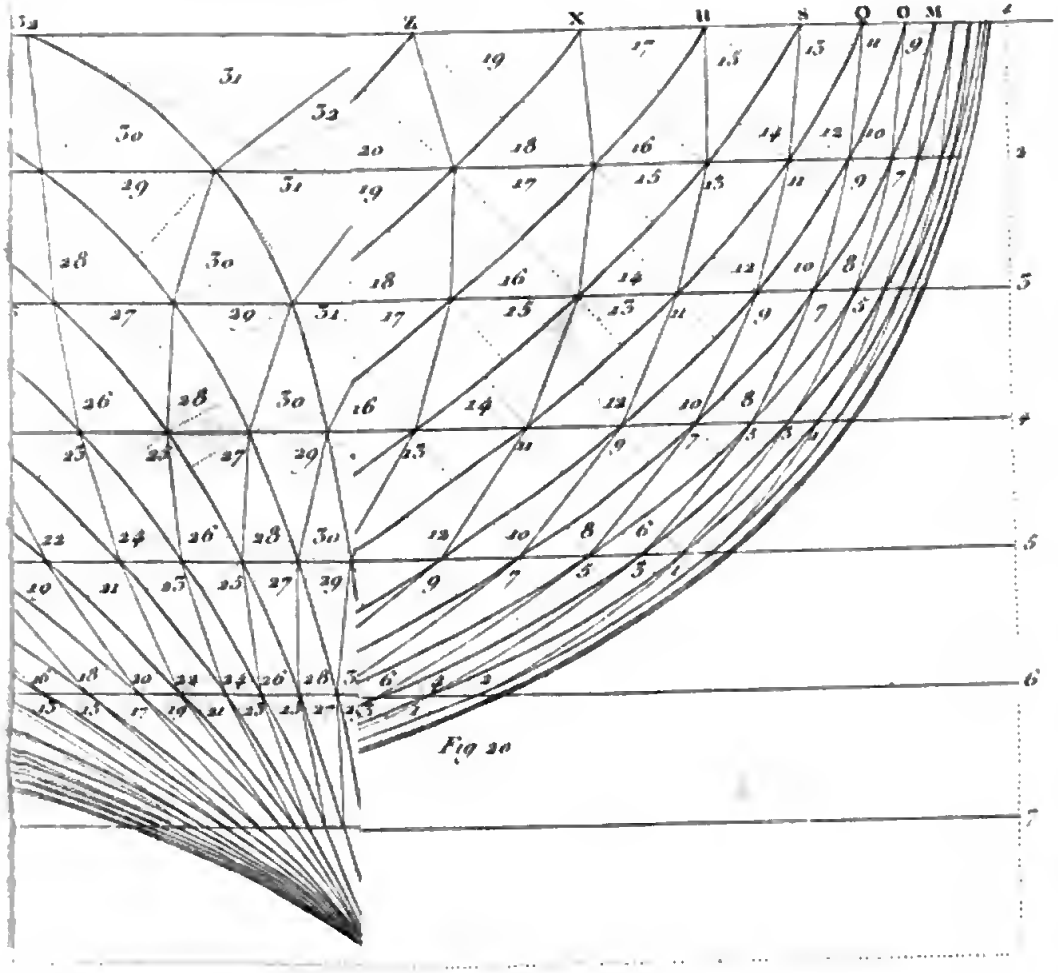


Fig 20

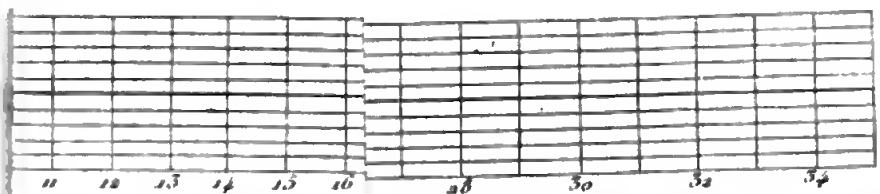


Fig 21.

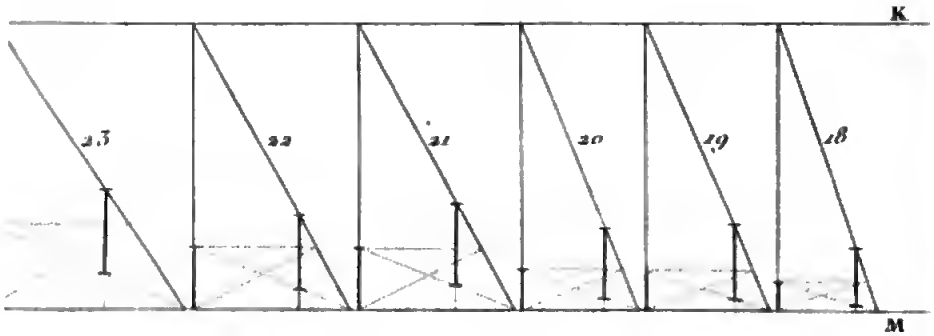
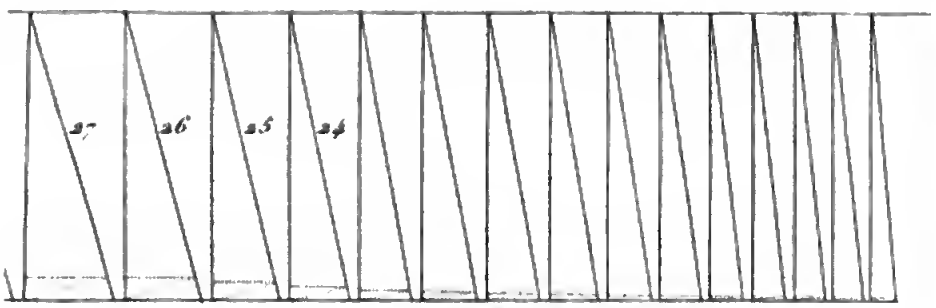


Fig 22



CHAPITRE V.

Du centre d'effort du vent ſur les voiles, & de ſon moment par rapport au centre de gravité du Vaiſſeau.

§ 19.

L'Effet du vent ſur les voiles eſt cette force qui produit la marche du Vaiſſeau, & qui eſt proportionnée à la grandeur des voiles: ainſi, une plus grande ſurface de voiles doit procurer une plus grande viteſſe au Navire: c'eſt pourquoi on fait enſorte que les voiles ſoient auſſi grandes qu'il eſt poſſible: mais comme la longueur du Vaiſſeau détermine la largeur des voiles, elles ne peuvent devenir fort grandes ſans que la hauteur n'en ſoit conſidérable.

Mais des voiles très-grandes & ſur-tout très-élevées cauſent une grande inclinaiſon; & avec une certaine force du vent, l'inclinaiſon ne doit être que d'un certain dégré déterminé; il faut donc tenir la grandeur & la hauteur des voiles dans de certaines bornes, qui pourront être réglées de la maniere ſuivante:

En retournant au paragraphe 14, nous verrons que quand un corps eſt en mouvement, la preſſion de l'eau ſur la partie de l'arriere produite par ce mouvement, eſt une quantité négative, & non-ſeulement par rapport à la réſiſtance directe, mais encore par rapport à la verticale & à la latérale. Suppoſons donc AB un Vaiſſeau mu de B en A avec une certaine force, dans un fluide qui lui oppoſe de la réſiſtance. *Fig.* 23.

Soit DG la force directe de l'eau contre la proue du Vaiſſeau, dont la direction eſt de D en G; ſoit IE la force directe de l'eau ſur la partie de l'arriere, dont la direction ſoit de I en E; ſoit GH la force verticale de l'eau ſur la proue, dont la direction ſoit de G en H, & KI la même force de l'arriere, dont la direction ſoit de K en I. On aura DH pour la réſultante des forces ſur la partie de l'avant, dont la direction ſera de D en H; & KE pour la réſultante de celles ſur la partie de l'arriere, dont la direction ſera de K en E.

de ſe régler ſur ceux de ces Vaiſſeaux qui ont la meilleure proportion de voilure, par rapport au centre d'effort du vent ſur les voiles & la ſtabilité ; ce que l'on verra par ce qui ſuit :

Soit ABC un Bâtiment incliné par l'action de l'effort du vent HG. Soit AB la ligne de flottaiſon ſupérieure ; D le centre de gravité du Vaiſſeau ; E le centre de gravité du déplacement ; & G la hauteur du centre d'effort du vent dans les voiles. Si de E on trace une ligne verticale EF, F ſera le métacentre. De D menez DK perpendiculairement à EF. Faites la force du vent qui agit perpendiculairement à la ligne $GD = U$; celle qui agit ſelon EF (qui eſt égale au déplacement) $= D$.

Comme le mouvement de rotation ſe fait autour du centre de gravité (§ 10), le moment de forces des voiles pour incliner le Vaiſſeau ſera égal à $DG \times U$; le moment de forces du Vaiſſeau pour réſiſter à l'inclinaiſon $= DK \times D$. Mais comme, quelle que ſoit la longueur de FD, elle conſerve un rapport conſtant avec KD quand les inclinaiſons ſont égales, on peut toujours exprimer le moment de réſiſtance du Vaiſſeau à l'inclinaiſon par $FD \times D$, lequel moment doit avoir un certain rapport à $DG \times U$, pour que le dégré d'inclinaiſon ſoit le même, DG étant conſidérée comme un bras de levier de la ſeconde ou de la troiſieme eſpece.

Le vent agiſſant dans la direction HG de H en G, le Vaiſſeau doit être pouſſé de B en A, & la réſiſtance de l'eau agira ſelon IL qui paſſe au-deſſus ou au-deſſous du centre de gravité D. Si IL paſſe au-deſſus du centre de gravité, la ſtabilité ſera plus conſidérable ; ſi elle paſſe au-deſſous, elle ſera moindre.

C'eſt un travail conſidérable de calculer ſur le plan de chaque Vaiſſeau la direction de la réſiſtance de l'eau ſur le côté ; & il peut ſuffire de ſavoir que la direction moyenne de cette réſiſtance monte moins pour les Bâtimens dont la carene eſt fort taillée, tant aux extrémités que vers la quille, que pour ceux qui ſont pleins partout. Comme ceci ne peut produire un effet conſidérable ſur la ſtabilité, on peut ſuppoſer, ſans courir le riſque d'une grande erreur, cette direction moyenne paſſer par le centre de gravité du Vaiſſeau. Ainſi, le moment de forces des voiles, relativement au centre de gravité du Vaiſſeau, doit toujours avoir un certain rapport avec tout le poids du Bâtiment, multiplié par la diſtance du centre de

gravité

gravité D au métacentre F; c'eſt-à-dire, le moment de forces des voiles dans tous les Vaiſſeaux doit être égal à $m \times DF \times D$. Il n'appartient qu'à la pratique de déterminer la valeur du coefficient m.

J'ai calculé le moment de forces des voiles pour pluſieurs Bâtimens en uſage, & j'ai trouvé que ſi la longueur du Vaiſſeau de l'étrave à l'étambot $= x$, la quantité $m = \frac{35,5}{x^{\frac{1}{3}}}$ à peu-près. Ainſi, le moment abſolu des voiles pour tous les Vaiſſeaux, tant Corſaires que Marchands, $= \frac{35,5}{x^{\frac{1}{3}}} \times DF \times D$. Maintenant, ſi le centre de gravité des Frégates de guerre, Corſaires, & de toutes les eſpeces de Bâtimens de moindre grandeur, juſqu'au dernier Yacht, conſtruits ſeulement pour la marche, eſt ſuppoſé toujours dans le plan de flottaiſon (ſuppoſition que l'on peut faire en toute ſûreté, puiſqu'il n'en peut être à une grande diſtance), le moment de forces des voiles ſe comptera dudit plan de flottaiſon. On y eſt d'autant mieux autoriſé que, dans de tels Bâtimens, la charge pour ceux de la même eſpece eſt toujours la même, & les poids qui contribuent à la ſtabilité, y ſont toujours ſemblablement placés.

Il n'en eſt pas de même pour les Vaiſſeaux de commerce; ils prennent différentes cargaiſons qui peuvent différer beaucoup en peſanteur ſpécifique, d'où il réſulte que le centre de gravité peut ſe trouver ou plus haut ou plus bas, le Bâtiment étant cependant calé au même tirant-d'eau. La charge conſiſtant en marchandiſes de peu de peſanteur ſpécifique, on pourroit faire deſcendre le centre de gravité, en mettant du leſt au fond du Navire; mais on en prend toujours le moins qu'il eſt poſſible, particuliérement lorſque le chargement eſt volumineux. De-là le Vaiſſeau perd néceſſairement de ſa ſtabilité. Si la charge conſiſte en pluſieurs ſortes de marchandiſes de différentes peſanteurs ſpécifiques, un arrangement bien entendu de celles d'un grand poids dans le fond, & des plus légeres en haut, peut procurer la ſtabilité néceſſaire. Il arrive encore que les Vaiſſeaux ſont dans le cas de naviguer ſur leur leſt.

Par-là on voit que le centre de gravité d'un Bâtiment avec ſa charge ne peut être conſtant; donc le moment de ſtabilité varie, & par conſéquent celui de l'effort des voiles.

Cependant l'expreſſion de ce moment, dans toutes ces varia-

tions, eſt également bonne par rapport au déplacement & la poſition du centre de gravité.

On a vu dans le dernier paragraphe la maniere de déterminer la hauteur du centre d'effort du vent ſur les voiles pour le cas où on fait vent-arriere. On trouve dans celui-ci, pour les routes obliques, le produit de l'aire des voiles multipliée par la diſtance de leur centre de gravité commun à la ligne de flottaiſon, ou au centre de gravité du Vaiſſeau.

La détermination, à ces deux égards, de la proportion des voiles la plus propre à procurer le meilleur ſillage, ne pouvant s'opérer que par celle de la poſition en hauteur du centre de gravité des voiles, qui eſt donnée par la direction moyenne de l'effort de l'eau ſur la carene, le Vaiſſeau faiſant vent-arriere, le produit de la diſtance de ce centre de gravité des voiles à celui du Vaiſſeau, multiplié par l'aire des voiles, devant être déterminé par la force du Vaiſſeau pour réſiſter à l'inclinaiſon; il s'enſuit que ſi l'on a deux Vaiſſeaux également longs qui aient le même dégré de force pour réſiſter à l'inclinaiſon, mais que l'un ſouffre un effort de l'eau dont la direction moyenne ſoit plus élevée que pour l'autre, le premier devroit avoir plus de hauteur de mâture, & moins d'envergure que le ſecond. Mais on ne ſauroit toujours ainſi proportionner les voiles; car dans un Bâtiment où la direction moyenne de l'eau s'élévera très-peu, ſi leur moment doit conſerver du rapport avec la ſtabilité, leur centre de gravité ſera néceſſairement plus haut que celui que détermine cette direction, les vergues ne pouvant avoir qu'une certaine longueur pour qu'elles ne ſe gênent pas dans le braſſiage, ou pour que les voiles ne s'abritent pas. Il s'enſuit que toutes les autres circonſtances égales, ces deux Bâtimens naviguant avec leurs perroquets, le premier doit avoir l'avantage; mais s'ils prennent un ris dans les huniers, le dernier doit marcher le mieux.

Il eſt donc impoſſible de proportionner la ſurface & la hauteur des voiles de maniere à procurer dans tous les cas la meilleure marche.

Que le moment des voiles doive être dans le rapport du cube de la longueur du Vaiſſeau, cela me paroît ſans fondement, puiſque la force du vent, ſur des plans de différentes grandeurs, eſt dans le rapport de leur ſurface. A la vérité, les petits Bâtimens

ont ſouvent plus de voiles, relativement à leur ſtabilité, que les grands; mais cela n'eſt fondé que ſur ce que l'on veut aller auſſi vîte dans une petite embarcation que dans une grande, & même que le petit a ſouvent beſoin de marcher mieux.

On riſque moins au ſurplus de donner trop de voilure aux petits Vaiſſeaux qu'aux grands, parce que le tems qu'exige la manœuvre eſt à peu-près dans le rapport des côtés homologues des voiles: ainſi, une voile qui eſt deux fois auſſi larges, deux fois auſſi hautes qu'une autre, demande deux fois plus de tems pour la manœuvrer. Donc, lorſqu'il tombe un grain à bord, la manœuvre néceſſaire pour en éviter l'effet dangereux, s'exécute en moins de tems ſur le petit Vaiſſeau; c'eſt pourquoi on oſe leur donner un plus grand moment de voilure relativement à leur ſtabilité.

Les voiles que nous comprenons dans le calcul de ces momens, ſont les baſſes voiles, les huniers, les perroquets, la grande voile d'étai de hune, les grand & petit focs.

On ne parviendra que par des eſſais à trouver la ſurface de la voilure d'après le moment d'effort des voiles. On fait un deſſein du gréement où les mâts & vergues ſont portés dans leur proportion ordinaire. Les voiles y ſont pareillement figurées dans leur forme & grandeur. On calcule l'aire de chaque voile, & on en détermine le centre de gravité. Le produit de l'aire d'une voile multipliée par la diſtance de ſon centre de gravité à la ligne de flottaiſon, en eſt appellé le moment. Si la ſomme des momens de toutes les voiles eſt égale au moment donné, on a trouvé ce que l'on cherche. S'il eſt plus ou moins grand, le deſſein doit ſe réduire juſqu'à ce qu'on parvienne à cette égalité, les voiles conſervant leur rapport entr'elles. En diviſant enſuite la ſomme de tous ces momens par la ſomme de l'aire des voiles, on a la diſtance du centre de gravité des voiles à la ligne de flottaiſon.

§ 21.

La poſition du centre de gravité de la voilure relativement à la longueur du Bâtiment, contribue beaucoup à procurer une marche avantageuſe. Elle doit ſe déterminer d'après la direction moyenne de l'eau, le Vaiſſeau au plus près; & cette direction dépend de la figure de ſa carene ſuivant laquelle elle paſſe de l'avant ou de

l'arriere du centre de gravité du Navire. Dans un Bâtiment bien conſtruit, elle doit paſſer par ce centre de gravité, ou de l'avant, mais de très-peu ; de façon que, ſi un fort grain vient tomber ſubitement à bord, le Vaiſſeau ait de la diſpoſition à préſenter au vent, ce qui n'arrivera pas lorſque la direction paſſe en arriere de ce centre.

Dans les Vaiſſeaux qui ſont plus taillés de l'avant à proportion que de l'arriere, la direction moyenne paſſe plus en avant du centre de gravité que dans ceux qui ſont plus pleins dans cette partie: c'eſt pourquoi le centre de gravité des voiles devroit auſſi être plus de l'avant ; mais il y a un inconvénient : c'eſt que le Vaiſſeau incliné par la force du vent doit plonger davantage de l'avant, d'où la réſiſtance augmente ; d'ailleurs dans une mer agitée le tangage ſera plus conſidérable, ce qui retardera prodigieuſement la marche.

L'expérience a fait imaginer un moyen de diminuer le défaut d'être trop ardent ; c'eſt en donnant plus de tirant-d'eau de l'arriere que de l'avant, & cette différence de tirant-d'eau doit être plus grande dans les Bâtimens taillés de l'avant que dans ceux qui ſont pleins, ce qui, au plus près, porte la direction moyenne de l'eau plus de l'arriere. Par-là, le Vaiſſeau devient donc moins ardent, & le centre de gravité des voiles peut être porté plus de l'arriere, de maniere cependant qu'il demeure toujours à un vingtieme de la longueur du Bâtiment de l'étrave à l'étambot en avant du centre de gravité du Vaiſſeau. Sans quoi le Navire inclinant la direction de l'effet du vent dans les voiles, (vu la maniere dont elles ſont orientées en allant au plus près) paſſeroit trop de l'arriere du centre de gravité du Vaiſſeau, d'où il demeureroit toujours trop ardent: & auſſi ce centre de gravité des voiles ne peut pas être ſitué plus d'un dixieme de la longueur du Vaiſſeau en avant de ſon centre de gravité, ſans produire beaucoup de tangage occaſionné par trop de voilure de l'avant.

Plus un Bâtiment eſt ardent, plus, pour diminuer ce défaut, on lui donne de différence de tirant-d'eau ; mais il en peut réſulter l'inconvénient de lui faire perdre de ſa marche, ſur-tout s'il eſt plein dans ſes hanches, & de plus, en virant de bord, il pourra faire de trop grandes arrivées.

Si le Vaiſſeau ne vient pas facilement au vent, il faut porter

plus de leſt de l'avant. Mais le Bâtiment en pourra tanguer davantage, & quand il virera de bord, il n'arrivera pas aiſément.

Le gouvernail peut remédier au défaut d'être trop ou trop peu ardent; mais en oppoſant ſa réſiſtance à l'eau, il diminuera la marche.

Une concluſion importante qui réſulte de tout ceci, c'eſt qu'il faut donner au Vaiſſeau une forme de carene telle qu'il ne ſoit ni trop ni trop peu ardent, & pour cela faire enſorte que la direction moyenne de l'eau, dans la marche au plus près, paſſe un peu en avant du centre de gravité du Vaiſſeau, comme nous l'avons dit ci-devant.

§ 22.

Avant de paſſer à l'application où conduiſent les regles & les réflexions précédentes, il ſera ſans doute utile de donner des méthodes pour trouver facilement le centre de gravité des voiles de toutes les formes, afin d'en calculer les moments ainſi que l'aire.

L'aire d'une voile quarrée ou rectangulaire n'eſt autre choſe que le produit de ſa hauteur par ſa baſe. Son centre de gravité eſt au point d'interſection des diagonales. Mais pour les huniers de la figure du trapeze $ABCD$; ſi $AB = a$, $CD = b$ & $EF = m$; on aura l'aire $= m \times \frac{a+b}{2}$; & ſi le centre de gravité eſt en G, la diſtance FG ſera $= {}^{*}\ m \times \frac{2a+b}{3\times(a+b)}$. *Fig.* 25.

On trouve l'aire d'une voile d'étai comme ABC, en en multipliant la baſe BC par la moitié de la hauteur AG, & ſon centre de gravité, en diviſant deux de ſes côtés en deux parties égales, par exemple, en D & E: menant des lignes droites aux angles oppoſés, elles ſe rencontrent dans un point qui eſt ce centre de gravité. *Fig.* 26.

L'aire des voiles à baume, comme le trapéſoïde $ABCD$, ſe trouve, en le réduiſant en deux triangles par la ligne AC; la ſomme de ces deux triangles ADC, ACB donne l'aire du trapéſoïde.

Pour en avoir le centre de gravité, on diviſe ſes quatre côtés chacun en deux parties égales en E, F, G, H; de E on trace la ligne EA, de F la ligne FC qui ſe rencontrent en I; de même de G la ligne GC, de H la ligne HA qui ſe coupent en K: tracez KI. De E on trace EB, & de H, HD qui ſe rencon-

* *Méch.* 279.

trent en L; de F on trace FB, & de G, GD qui ſe rencontrent en M: tracez LM qui rencontre KI en N. N ſera le centre de gravité du trapeze $ABCD$.

A préſent ſuppoſons une Frégate ayant 138 pieds de longueur de l'étrave à l'étambot, 35 pieds & demi de largeur; que DF (*fig.* 24) ou la hauteur du métacentre au-deſſus du niveau de l'eau = 5,93 pieds, & le déplacement = 29000 pieds cubiques: alors le moment des voiles calculé de la ligne de flottaiſon, ſelon la régle donnée dans le paragraphe 20, doit être $= \frac{35,5 \times 5,93 \times 29000}{(138)^{\frac{1}{2}}}$.

$$\text{Log. de} \begin{cases} 35,5 = 1,5502284 \\ 5,93 = 0,7732110 \\ 29000 = 4,4623980 \\ \hline 6,7858374 \end{cases}$$

$$\text{Log. de} \begin{cases} 138 = 2,1398791 \\ 138\frac{1}{2} = 0,7132930 \end{cases}$$

ainſi le logarithme de $\frac{35,5 \times 5,93 \times D.}{x^{\frac{1}{2}}} = 6,0725444$, dont le nombre eſt 1181842 = le moment des voiles à compter de la flottaiſon.

Si l'on veut proportionner la voilure de cette Frégate de maniere que ſon moment ſoit égal au moment ci-deſſus, on n'y parviendra que par pluſieurs eſſais, en traçant différens plans de mâts & vergues, à partir d'une proportion ordinaire que l'on fera varier, ce qui donnera diverſes voilures. Le centre de gravité de chaque voile ſe détermine comme dans la figure 28. Ayant calculé l'aire de chaque voile, & pris la diſtance de leur centre de gravité, tant à la ligne de flottaiſon qu'à celle AB, l'on range ces quantités dans l'ordre ſuivant. *Nota.* Le grand foc qui eſt gréé à la tête du mât de perroquet, devroit l'être à la tête du mât de hune.

Fig. 28.

Digitized by Google

Pl 6.

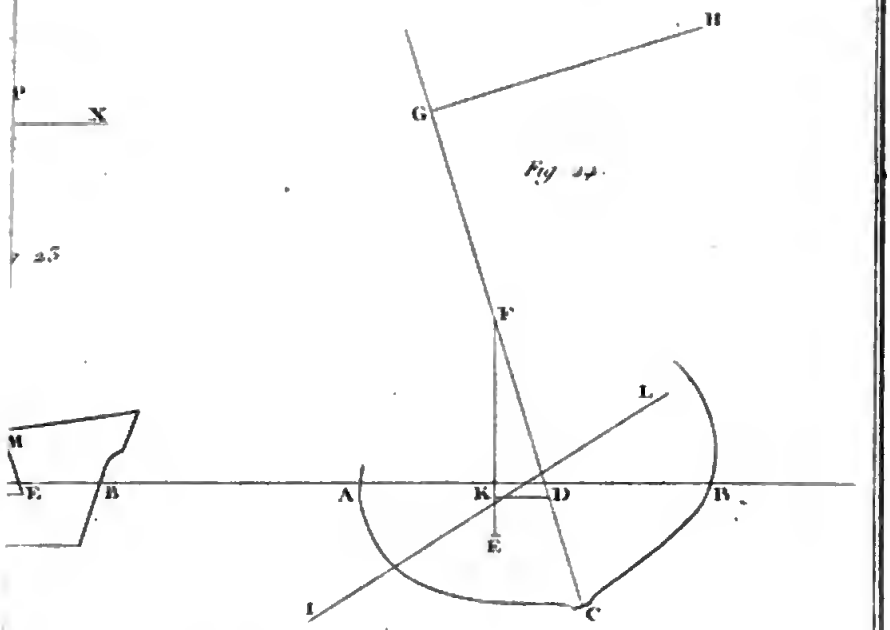


Fig 24.

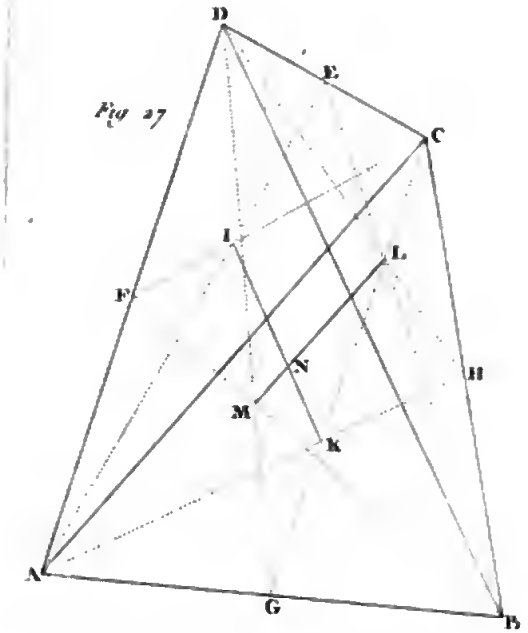


Fig 27

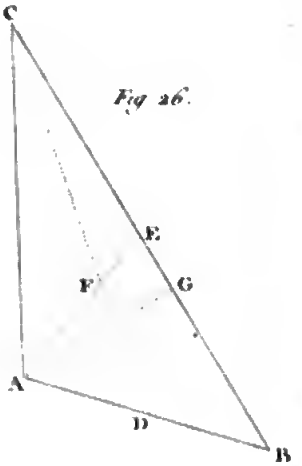
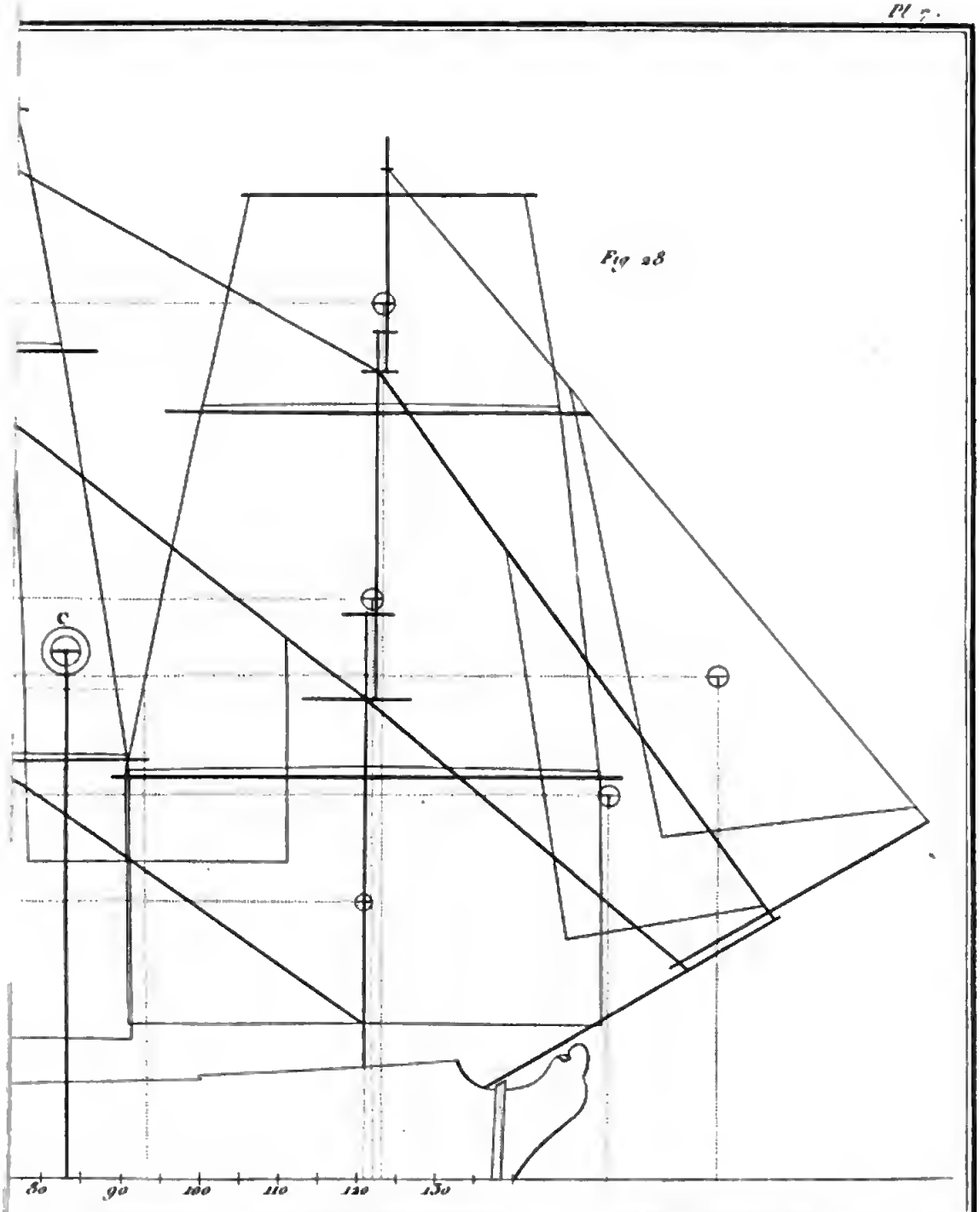


Fig 26.



Digitized by Google

Noms des voiles.	Aire des voiles.	Centre de gravité des voiles, par rapport à la ligne de flottaiſon.	Le moment des voiles, par rapport à la ligne de flottaiſon.	Centre de gravité des voiles, par rapport à la ligne *AB*.	Moment des voiles, par rapport à la ligne *AB*.
Artimon.	814	41,2	33536,8	10,0	8140
Perroquet de fougue. . .	1662	70,0	116340,0	22,0	36564
Grande voile.	2440	35,7	87108,0	57,5	140300
Grand hunier.	3028	80,0	242240,0	57,0	172596
Grand Perroquet. . . .	1314	122,1	160439,4	57,0	74898
Grande voile d'étai de hune.	1416	63,5	89916,0	92,7	131263
Miſaine.	1890	35,9	67851,0	120,6	227934
Petit hunier.	2428	74,7	181371,6	121,4	294759
Petit perroquet.	1075	112,4	120830,0	122,8	132010
Grand foc.	644	49,3	31749,2	151,2	97373
Petit foc.	870	58,0	50460,0	164,7	143289
L'aire des voiles =	17581		1181842,0 =	67,22,	1459126 = 83
			17581		17581

Au moyen de quelque tatonnement ſur ces plans, on eſt parvenu à trouver le moment ci-contre, ainſi que le centre de gravité commun de la voilure *C* à 67,22 pieds au-deſſus de la flottaiſon, & à 83 pieds en avant de la ligne *AB*; ou, à peu-près, à $\frac{1}{10}$ de la longueur de l'étrave à l'étambot en avant du centre de gravité du Vaiſſeau. Mais pour que l'on puiſſe voir ſi ce centre de gravité commun eſt bien placé par rapport à la direction moyenne de la réſiſtance de l'eau (§ 19), il eſt néceſſaire de donner la maniere de ſe procurer cette direction moyenne.

§ 23.

On emploie, pour la recherche de la direction moyenne de la réſiſtance de l'eau, le plan ſur lequel on a calculé la réſiſtance directe.

On a enſeigné, dans le paragraphe 18, la maniere de ſe procurer toutes les forces verticales. On en prend les valeurs ſur une échelle, & on les range dans l'ordre ſelon lequel eſt dreſſé la table ſuivante.

La diſtance entre les lignes de flottaiſon = 2,25 pieds, dont le tiers = 0,75, & les deux tiers = 1,50 : De même, la diſtance entre les coupes = 4,95, dont le tiers = 1,65, & les deux tiers = 3,3.

Les forces verticales en avant du Φ couple pour le Corſaire, fig. 47, 48 & 49.

Entre les couples π & β. *fig.* 20.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 &2	24	3,40	0,88	2,99	23	4,25	1,40	5,95
2 &3	24	2,64	0,65	1,71	23	3,40	1,15	3,91
3 &4	24	1,73	0,38	0,65	23	2,64	0,87	2,29
4 &5	24	0,81	—	—	23	1,73	0,58	1,00
5 &6	—	—	—	—	23	0,81	—	—
6 &7								
				5,35				23,15
× la ½ haut. du triang.				1+½				1+⅓
Somme des effets. = 6,02							= 14,79	

Entre les couples β & Z.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 &2	22	3,37	1,25	4,21	21	3,74	1,42	5,31
2 &3	22	2,72	1,02	2,77	21	3,37	1,34	4,51
3 &4	22	2,07	0,75	1,55	21	2,72	1,09	2,96
4 &5	22	1,50	0,49	0,73	21	2,07	0,81	1,67
5 &6	22	1,00	0,26	0,26	21	1,50	0,56	0,84
6 &7	22	0,30	0,12	0,03	21	1,00	0,31	0,31
				9,55				15,60
				1+⅓				1+⅓
				= 10,74				= 17,55

Entre les couples Z & X.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 &2	20	2,79	1,18	3,29	19	2,83	1,22	3,45
2 &3	20	2,47	1,03	2,54	19	2,79	1,21	3,37
3 &4	20	1,92	0,88	1,68	19	2,47	1,05	2,59
4 &5	20	1,46	0,64	0,93	19	1,92	0 83	1,59
5 &6	20	0,97	0,38	0,36	19	1,46	0,63	0,91
6 &7	20	0,50	0,18	0,09	19	0,97	0,36	0,34
				8,89				12,25
× la ½ haut. du triang.				1+⅛				1+⅓
Somme des effets = 10,00							= 13,78	

Entre les couples X & U.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 &2	18	2,39	1,02	2,43	17	2,12	0,95	2,01
2 &3	18	2,47	1,06	2,61	17	2,39	1,06	2,53
3 &4	18	2,12	0,98	2,07	17	2,47	1,06	2,61
4 &5	18	1,50	0,70	1,05	17	2,12	0,93	1,97
5 &6	18	0,90	0,42	0,37	17	1,50	0,69	1,03
6 &7	18	0,40	0,20	0,08	17	0,90	0,39	0,35
				8,61				10,50
				1+⅓				1+⅓
				= 9,69				= 11,81

Entre les couples U & S.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 &2	16	1,90	0,81	1,53	15	1,62	0,75	1,21
2 &3	16	2,12	0,89	1,88	15	1,90	0,90	1,71
3 &4	16	2,01	0,89	1,78	15	2,12	0,94	1,99
4 &5	16	1,58	0,73	1,15	15	2,01	0,88	1,76
5 &6	16	0,93	0,48	0,44	15	1,58	0,70	1,10
6 &7	16	0,35	0,20	0,07	15	0,93	0,40	0,37
				6,85				8,14
× la ½ haut. du triang.				1+⅛				1+⅓
Somme des effets. = 7,71							= 9,16	

Entre les couples S & Q.

Entre les li. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 &2	14	1,39	0,58	0,80	13	1,07	0,47	0,50
2 &3	14	1,73	0,78	1,34	13	1,39	0,68	0,94
3 &4	14	1,84	0,81	1,49	13	1,73	0,83	1,43
4 &5	14	1,58	0,67	1,05	13	1,84	0,82	1,50
5 &6	14	0,97	0,46	0,44	13	1,58	0,64	1,01
6 &7	14	0,40	0,22	0,08	13	0,97	0,44	0,42
				5,20				5,80
				1+⅓				1+⅛
				= 5,85				= 6,52

Entre

Entre les couples *Q* & *O*.

Entre les lit. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	12	1,06	0,41	0,43	11	0,72	0,28	0,20
2 & 3	12	1,34	0,60	0,80	11	1,06	0,51	0,54
3 & 4	12	1,61	0,71	1,14	11	1,34	0,66	0,88
4 & 5	12	1,64	0,70	1,14	11	1,61	0,73	1,17
5 & 6	12	1,10	0,50	0,55	11	1,64	0,71	1,16
6 & 7	12	0,40	0,22	0,08	11	1,10	0,43	0,43
				4,14				4,38
× la ½ haut. du triang.				1 + ⅓				1 + ⅓
Somme des effets. =				4,66				= 4,93

Entre les couples *O* & *M*.

Entre les lit. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	10	0,72	0,23	0,16	9	0,53	0,20	0,10
2 & 3	10	1,02	0,45	0,45	9	0,72	0,29	0,20
3 & 4	10	1,29	0,56	0,72	9	1,02	0,50	0,51
4 & 5	10	1,40	0,59	0,82	9	1,29	0,59	0,76
5 & 6	10	1,13	0,44	0,49	9	1,40	0,59	0,82
6 & 7	10	0,40	0,20	0,08	9	1,13	0,41	0,46
				2,72				2,85
				1 + ⅓				1 + ⅓
				= 3,06				= 3,20

Entre les couples *M* & *K*.

Entre les lit. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	8	0,48	0,17	0,08	7	0,33	0,13	0,04
2 & 3	8	0,67	0,26	0,17	7	0,48	0,20	0,09
3 & 4	8	0,96	0,42	0,40	7	0,67	0,35	0,23
4 & 5	8	1,13	0,47	0,53	7	0,96	0,47	0,45
5 & 6	8	1,08	0,37	0,39	7	1,13	0,51	0,57
6 & 7	8	0,40	0,18	0,07	7	1,08	0,39	0,42
				1,64				1,80
× la ½ haut. du triang.				1 + ⅓				1 + ⅓
Somme des effets =				1,84				= 2,02

Entre les couples *K* & *H*.

Entre les lit. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	6	0,31	0,10	0,03	5	0,25	0,07	0,01
2 & 3	6	0,47	0,19	0,08	5	0,31	0,13	0,04
3 & 4	6	0,72	0,31	0,22	5	0,47	0,24	0,11
4 & 5	6	0,93	0,38	0,35	5	0,72	0,35	0,25
5 & 6	6	0,90	0,32	0,28	5	0,93	0,43	0,39
6 & 7	6	0,39	0,16	0,06	5	0,90	0,31	0,27
				1,02				1,07
				1 + ⅓				1 + ⅓
				= 1,14				= 1,20

Entre les couples *H* & *F*.

Entre les lit. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	4	0,20	0,08	0,01	3	0,14	0,04	0,00
2 & 3	4	0,30	0,13	0,03	3	0,20	0,08	0,01
3 & 4	4	0,46	0,22	0,10	3	0,30	0,15	0,04
4 & 5	4	0,73	0,31	0,22	3	0,46	0,23	0,10
5 & 6	4	0,82	0,27	0,22	3	0,73	0,35	0,25
6 & 7	4	0,35	0,14	0,04	3	0,82	0,28	0 22
				0,62				0,62
× la ½ haut. du triang.				1 + ⅓				1 + ⅓
Somme des effets. =				0,70				= 0,70

Entre les couples *F* & *D*.

Entre les lit. de flot.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.	Triangles. N°.	Triangles. base.	Forces vert.	La force × la base.
1 & 2	2	0,15	0,03	0,00	1	0,10	0,02	0,00
2 & 3	2	0,22	0,08	0,01	1	0,15	0,06	0,01
3 & 4	2	0,34	0,17	0,05	1	0,22	0,12	0,02
4 & 5	2	0,55	0,20	0,11	1	0,34	0,16	0,05
5 & 6	2	0,79	0,27	0,21	1	0,55	0,27	0,14
6 & 7	2	0,28	0,10	0,02	1	0,79	0,26	0,20
				0,40				0,42
				1 + ⅓				1 + ⅓
				= 0,45				= 0,47

Digitized by Google

RÉCAPITULATION

Des forces verticales, & des momens produits par ces forces multipliées par leur distance à la perpendiculaire de l'étrave.

ENTRE LES COUPLES.	N°. des triangles.	Sommes de l'effet vertical de tous les triangles du même nombre.	Dist. du centre de gravité des triangles, à la perpendiculaire de l'étrave.	Momens de forces par rapport à la perpendiculaire de l'étrave.
π & β	24	6,02	5,65	34,01
	23	14,79	7,30	107,97
β & Z	22	10,74	10,60	113,84
	21	17,55	12,25	214,99
Z & X	20	10,00	15,55	155,50
	19	13,78	17,20	237,02
X & U	18	9,69	20,50	198,64
	17	11,81	22,15	261,59
U & S	16	7,71	25,45	196,22
	15	9,16	27,10	248,24
S & Q	14	5,85	30,40	177,84
	13	6,52	32,05	208,97
Q & O	12	4,66	35,35	164,73
	11	4,93	37,00	182,41
O & M	10	3,06	40,30	123,32
	9	3,20	41,95	134,24
M & K	8	1,84	45,25	83,26
	7	2,02	46,90	94,74
K & H	6	1,14	50,20	57,23
	5	1,20	51,85	62,22
H & F	4	0,70	55,15	38,60
	3	0,70	56,80	39,76
F & D	2	0,45	60,10	27,04
	1	0,47	61,75	29,02
Somme des effets =		147,99 S.	des mom. =	3191,40

Entre la perpendiculaire de l'étrave & le couple π.

Entre les lignes de flottaiſon.	N°. des triangles.	Forces verticales.	Baſe.	Effets.	Du centre de gravité à la perpendiculaire de l'étr.	Momens.
1re. & ſeconde. .	25	0,98	2,02	1,97	3,33	6,56
1re. & ſeconde. .	26	0,48	1,08	0,51	2,64	1,34
2e. & troiſieme. .	25	0,78	1,08	0,84	3,62	3,04

Entre la perpendiculaire de l'étrave & le couple β.

4e. & cinqueme. .	23	0,58	1,72	0,99	7,55	7,47
4e. & cinquieme. .	24	0,28	0,80	0,22	6,07	1,33
5e. & ſixieme. . .	23	0,39	0,80	0,31	8,00	2,48
				4,84		22,22
× la demi-hauteur du triangle.				1+½		1+½
Somme des effets.				5,44 momens.		25,00
Ajoutez les ſommes ci-deſſus.				147,99. . . .		3191,40
L'effet vertical de l'étrave.				8,10 mom. =		48,60
Effet vertical total à l'avant du Φ couple = 161,53 mom. = 3265,00						

Ainſi $\frac{3265,00}{161,53} = 20,21$ = la diſtance du centre de gravité à la perpendiculaire de l'étrave.

Il nous reſte, pour avoir la direction moyenne, à connoître la quantité de la réſultante des réſiſtances directes, & la diſtance à laquelle cette réſultante paſſe du plan de flottaiſon. Cette réſiſtance directe ſe trouve par les tables du paragraphe 18, & on doit obſerver une fois pour toutes que la réſultante de chaque force particuliere, tant directe que latérale ou verticale, paſſe toujours par le centre de gravité des triangles.

Ces forces & la diſtance de leur centre d'effort à la flottaiſon, ſe rangent dans l'ordre de la table ci-après, &, ſe multipliant l'une par l'autre, elles donnent les momens.

Entre les lignes de flottaiſon.	Forces directes.	Diſtances du centre de gravité des forces directes, à la flottaiſon.	Momens.
1re. & 2e.	19,47	0,75	14,60
	17,01	1,50	25,51
2e. & 3e.	14,78	3,00	44,34
	10,56	3,75	39,60
3e. & 4e.	9,38	5,25	49,24
	6,51	6,00	39,06
4e. & 5e.	5,91	7,50	44,32
	3,56	8,25	29,37
5e. & 6e.	2,92	9,75	28,47
	1,01	10,50	10,60
6e. & 7e.	0,83	12,00	9,96
	0,12	12,75	1,53
Etrave.	13,16	4,40	57,97
Réſiſtance directe =	105,22	momens =	394,57

Ainſi, $\frac{394,57}{105,22} = 3,75$ = la diſtance du centre de gravité des forces directes au plan de flottaiſon ſupérieur.

On trouve par le même procédé, que l'effet vertical de l'eau ſur la partie de l'arriere du Φ couple = 134, & que ſon centre d'effort eſt à une diſtance de la perpendiculaire de l'étambot de 24,4 pieds ; que la réſiſtance directe toujours de l'arriere = 76,39, & que la diſtance de ſon centre d'effort à la flottaiſon = 3,62 pieds.

D'après le paragraphe 17, les effets de l'eau ſur la partie de l'avant, doivent être multipliés par 6, & ceux ſur la partie de l'arriere par 7. Il revient au même de laiſſer ſubſiſter la valeur des effets de l'avant, & d'augmenter ceux de l'arriere d'un ſixieme ; ces effets auront entr'eux le rapport ſuivant :

En avant du Φ couple. { Effet direct = 105,22 ; Effet vertical = 161,53

En arriere du Φ couple. { Effet direct = 89,13 ; Effet vertical = 156,30

On marquera ſur le plan du Vaiſſeau, *fig.* 48, le point *A* à une diſtance de 20,21 pieds de la perpendiculaire de l'étrave, & de 3,75 pieds de la ligne de flottaiſon. De ce point on tracera les lignes *AC*, *AD* l'une parallele, l'autre perpendiculaire à cette ligne de flottaiſon ; on fait les lignes *AC*, *AD* dans le rapport de 105,22 à 161,53. Finiſſant à l'ordinaire le parallélograme *ADEC*, on aura la direction moyenne de l'eau ſelon la diagonale *EA*.

On trouvera, par la même méthode, la direction moyenne en arriere du ✠ couple. Prolongeant ces directions, & faiſant la conſtruction dont on a parlé dans le paragraphe 19, on trouvera que le centre de gravité de la voilure pour ce Bâtiment, lorſqu'il a vent-arriere, doit être à une hauteur au-deſſus de la flottaiſon, de 89,8 pieds. On appelle ce centre *le point vélique*.

Si l'on fait la même opération ſur la Frégate dont on a cherché les dimenſions de la voilure (§ 22), on verra ſi le centre de gravité des voiles eſt trop haut ou trop bas.

Mais comme ce point vélique eſt ſeulement pour le cas du vent-arriere, il ne faudra faire entrer dans le calcul, que les voiles qui peuvent porter alors.

Et comme une grande ſurface de voile, ainſi qu'on l'a déja dit dans le paragraphe 19, ne donne point au Vaiſſeau une vîteſſe proportionnée à ſon aire quand leur centre de gravité commun ſe trouve au-deſſus ou au-deſſous du point vélique, il s'enſuit qu'il eſt important de connoître ces points pour tous les Vaiſſeaux (au moins pour ceux de guerre & pour les Corſaires), afin de trouver le moyen, en faiſant uſage d'une certaine voilure, de rapprocher le plus qu'il ſera poſſible ſon centre de gravité du point vélique.

CHAPITRE VI.

Des dimenſions & des différentes formes de Vaiſſeaux.

§ 24.

PAr les dimenſions & la forme des Vaiſſeaux, on entend leurs longueur, largeur, tirant-d'eau : le plus ou le moins de capacités de la carene & l'endroit où ſont portées leſdites capacités.

S'il n'eſt queſtion que d'un Bâtiment qui doive aller de l'avant au moyen des avirons, il ne ſera pas difficile d'en déterminer la forme : ayant ſeulement égard à la quantité qu'il doit porter, on rendra le plan de réſiſtance le plus petit qu'il ſera poſſible. Mais s'il s'agit d'un Vaiſſeau qui, avec une certaine charge, au moyen des voiles, non-ſeulement doive naviguer d'un vent favorable, mais même gagner dans le vent de vent contraire, l'on verra que la forme d'un Navire, dont la conſtruction doit remplir cet objet, deviendra bien plus difficile à déterminer que l'on pourroit le croire : néanmoins, nous nous propoſons d'examiner quelles ſont les proportions & la forme qui pourroient procurer la marche la plus avantageuſe, ſans avoir égard aux autres qualités du Vaiſſeau.

Pour qu'un Bâtiment aille bien au plus près du vent, non-ſeulement il faut rendre ſon plan de réſiſtance le plus petit qu'il eſt poſſible, mais encore lui donner un grand moment de ſtabilité, pour qu'il puiſſe porter beaucoup de voiles ſans que l'inclinaiſon devienne conſidérable.

F. 29 & 30. Suppoſons donc deux corps de différentes formes. Soit (*fig.* 29) un de ces corps compoſé de deux priſmes triangulaires *AGE*, *GCE* dont le plan ſupérieur *AGCF* ſoit pris pour la flottaiſon, & de la figure d'un romboïde ; que l'autre deſdits corps ſoit formé de deux coins *ABGE*, *CGED* (*fig.* 30) & ait pour plan ſupérieur le rectangle *ABCD* pris auſſi pour la flottaiſon : ces deux corps étant

mus dans l'eau, ce fluide s'échappera néceſſairement par la voie la plus courte * : ainſi, dans le premier cas (*fig.* 29), l'eau ſe dirigera le long du côté du Vaiſſeau, & dans le ſecond (*fig.* 30), elle paſſera en-deſſous.

Suppoſons ces corps pouſſés dans l'eau par le moyen d'une voilure en rapport avec la ſtabilité. Soit leur demi-longueur $= L$, leur demi-largeur $= B$, & leur tirant-d'eau $= D$; d'où le moment de ſtabilité (*fig.* 29) ſera ** $= \frac{B^3 \times L}{4}$ (§ 6) & le plan de réſiſtance $= \frac{B^3 \times D}{L^2 + B^2}$ (§ 13). Mais la largeur croiſſant, le plan de réſiſtance *** croîtra dans le même rapport que le moment de ſtabilité : par conſéquent, un corps d'une telle figure ne pourroit acquérir une grande vîteſſe par le moyen des voiles, & marcheroit peu au plus près.

Le moment de ſtabilité du corps (*fig.* 30) ſera $= B^3 L$ ¶, & le plan de réſiſtance $= \frac{D^3 B}{L^2 + D^2}$. Comme le moment de ſtabilité croîtroit en raiſon triplée de la largeur, pendant que le plan de réſiſtance croîtroit ſeulement dans le rapport ſimple de ladite largeur, cette forme eſt la plus avantageuſe pour la marche au plus près ; & ce corps devant être pouſſé dans l'eau, le quarré de ſa vîteſſe ſera en raiſon directe de l'aire de la voilure, & en raiſon inverſe du plan de réſiſtance. Mais le moment de la ſtabilité eſt comme celui de la voilure, & le moment de la voilure eſt comme celui de l'aire des voiles, multipliée par la hauteur d'un certain point, laquelle hauteur eſt auſſi proportionnelle à la hauteur de la voilure :

---

* Cela n'eſt rien moins que démontré ; les particules élémentaires du fluide peuvent bien prendre la voie la plus longue pour s'échapper, ſi elles y trouvent plus de facilité à ſe dégager : cela paroit être le cas de la figure 30 où le fluide ſemble devoir s'échapper auſſi, au moins en grande partie, le long du côté du Bâtiment ayant, pour paſſer en-deſſous, à refouler une colonne de fluide qui réſiſte d'autant plus qu'elle eſt à une plus grande profondeur.

** $\int y^3 dx$ = (*fig.* 29) $\frac{B^3 L}{4}$ (§ 6) ; par conſéquent, $2 \times \frac{B^3 L}{4}$ pour les parties de l'avant & de l'arriere, & $\frac{2}{3} \int y^3 dx = \frac{B^3 L}{3}$.

*** Le plan de réſiſtance ne croît pas dans le même rapport que le moment de ſtabilité ; ce que l'on voit par leurs expreſſions. Le diviſeur du moment de ſtabilité eſt conſtant, & la largeur variable, ou B, ſe trouve dans le diviſeur du plan de réſiſtance.

¶ $\frac{4 B^3 L}{3}$.

par conſéquent, l'aire de la voilure eſt comme le moment de ſtabilité élevé à la puiſſance $\frac{2}{3}$, c'eſt-à-dire, comme $(B^3 L)^{\frac{2}{3}}$. A préſent, l'aire de la voilure diviſée par le plan de réſiſtance $= \frac{(B^3 L)^{\frac{2}{3}}}{B \times D^3} \times (L^2 + D^2) =$ * $B \times \left(\frac{L^{\frac{4}{3}}}{D^3} + \frac{L^{\frac{2}{3}}}{D}\right)$; & de-là, la vîteſſe ſera comme $B^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{3}{2}}} + \frac{L^{\frac{2}{3}}}{D^{\frac{1}{2}}}\right)$. Mais $L^{\frac{1}{3}}$ eſt très-petite en comparaiſon de $L^{\frac{4}{3}}$, ainſi on peut négliger le dernier terme de l'expreſſion, & la vîteſſe peut être régardée comme $\frac{B^{\frac{1}{2}} \times L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{3}{2}}}$.

Par tout ceci l'on voit que quand l'aire de la flottaiſon eſt donnée, un corps flottant ou un Vaiſſeau, pour bien marcher au plus près, doit avoir beaucoup de longueur par rapport à ſa largeur, & le moindre tirant-d'eau poſſible.

Mais ſi l'aire de la flottaiſon n'eſt pas donnée, qu'il n'y ait que la longueur, alors il faut donner une grande largeur, parce que la vîteſſe croît comme la racine quarrée de la largeur; & ſi c'eſt la largeur qui eſt donnée, il faut beaucoup de longueur, puiſque cette dimenſion eſt élevée à la puiſſance $\frac{4}{3}$, le tirant-d'eau ſuppoſé conſtant. Mais ſi, ſur une certaine longueur ou largeur déterminée, on peut augmenter à volonté une de ces dimenſions, il eſt plus avantageux, par rapport à la vîteſſe, d'augmenter la longueur que la largeur.

On ne peut donc aſſigner aucun rapport conſtant entre la longueur, la largeur & le tirant-d'eau.

Par l'expreſſion de la vîteſſe ci-deſſus, on voit qu'un grand Bâtiment doit marcher mieux qu'un petit qui lui ſeroit ſemblable, mais qu'il ne ſeroit queſtion que de diminuer le tirant-d'eau pour faire marcher le petit auſſi bien que le grand. Car ſi la vîteſſe du grand $\frac{B^{\frac{1}{2}} L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{3}{2}}} = 12$; que les longueur, largeur & tirant-d'eau du petit ſoient égaux à l, b & d, la profondeur d ſera $= \left(\frac{b^{\frac{1}{2}} l^{\frac{4}{3}}}{12}\right)^{\frac{2}{3}}$ pour que ces

* C'eſt $= B \times \left(\frac{L^{\frac{4}{3}}}{D^3} + \frac{L^{\frac{2}{3}}}{D}\right)$.

Bâtimens, conſtruits de la même forme, marchent auſſi bien.

La profondeur, dont il eſt ici queſtion, ne ſe prend pas à partir de la quille, mais c'eſt la diſtance entre le plan de flottaiſon & le plat du Vaiſſeau. Comme cette diſtance *AB* (*fig.* 31), ſuivant *Fig.* 31. l'objet que nous nous propoſons, donne peu de tirant-d'eau, ce qui doit occaſionner de la dérive, pour obvier à cet inconvénient, on peut faire en-deſſous l'addition *DEF*, de maniere que la quille *F* ira encore à une certaine profondeur, & par ce moyen s'oppoſera à la dérive dans les routes obliques; ou, pour de petits Bâtimens, on peut ſe ſervir de cette piece appellée *dérive* que l'on emploie dans les Smacks, &c.

La forme de la figure 30 ſeroit bonne par rapport à la direction *Fig.* 30. de l'eau, & au plein de la flottaiſon dans la navigation au plus près, s'il étoit poſſible que la mer fût tranquille. Mais comme un Vaiſſeau ne peut, ſans vent, aller de l'avant au moyen des voiles, & que le vent fait élever la lame, donnant à un Vaiſſeau une proue d'une telle forme, il éprouveroit, dans la route au plus près, un choc trop conſidérable de la part des vagues, ce choc ſe trouvant dans une oppoſition directe avec la proue. La viteſſe en ſeroit fort retardée; c'eſt pourquoi, au lieu de donner à la partie de l'avant du plan de flottaiſon la figure d'un rectangle, il faut qu'elle ſoit arrondie ou un peu en pointe. Cela diminuera bien quelque choſe du moment de ſtabilité, mais l'effet des vagues en ſera conſidérablement moindre.

Quant à la partie de l'arriere, il n'y auroit pas de difficulté à lui donner une figure rectangulaire, relativement à l'effet des vagues; mais par les raiſons que l'on a vues dans le paragraphe 12, il convient d'y faire quelque changement.

§ 25.

Comme on ne peut rien arrêter d'après le dernier paragraphe touchant le rapport qui doit ſe trouver entre la longueur, la largeur & la profondeur d'un Bâriment, & que ſes qualités cependant dépendent beaucoup de ce rapport, il faut faire une énumération de celles de ces qualités qui conviennent à un Vaiſſeau de commerce, pour de-là déterminer le rapport le plus avantageux & le plus propre à produire telles ou telles qualités demandées.

Un Bâtiment de commerce doit :

1°. Pouvoir prendre une grande charge à proportion de ſa grandeur.

2°. Marcher bien au plus près du vent, afin de ſe relever facilement d'une côte où il pourroit ſe trouver affalé, & bien virer de bord malgré une mer houleuſe.

3°. Se manœuvrer avec un Equipage peu nombreux, relativement à ſa cargaiſon.

4°. Pouvoir naviguer avec peu de leſt.

Pour procurer ces avantages à un Vaiſſeau, il paroît :

1°. Que pour prendre beaucoup de charge, relativement à ſa grandeur, il devroit avoir beaucoup de largeur & de profondeur, par rapport à ſa longueur, & être fort plein dans ſes fonds. Un tel Bâtiment pourroit auſſi ſe manœuvrer avec un petit nombre d'Equipage, à proportion de ſa cargaiſon. Mais il ne marcheroit jamais bien, & il ne pourroit s'élever dans le vent.

2°. Que pour donner la qualité de la marche & de gagner au vent afin de pouvoir ſe relever d'une côte, ainſi que de bien virer de bord dans une mer houleuſe, il faut ſe procurer un moment de ſtabilité conſidérable à proportion du plan de réſiſtance, afin de pouvoir porter beaucoup de voiles malgré un grand vent : pour cela, il faut donner au Vaiſſeau dont il eſt queſtion, beaucoup de largeur par rapport à ſa longueur ; le remplir beaucoup vers la flottaiſon, le taillant dans ſes fonds. Un tel Bâtiment exigeroit un nombreux Equipage à cauſe de la grandeur de ſes voiles & de la peſanteur de ſes ancres.

3°. Que s'il eſt queſtion de naviguer un Vaiſſeau avec peu de monde, à proportion de la charge, il faudra qu'il ait peu de ſurface de voiles, & des ancres de peu de peſanteur. Pour cela, il lui faut peu de largeur par rapport à ſa longueur.

Il pourra auſſi porter une grande charge, par rapport à ſon Equipage, en lui donnant beaucoup de plein dans ſes fonds : mais un tel Bâtiment marchera peu au plus près, & virera difficilement dans une mer houleuſe.

4°. Que pour pouvoir faire naviguer un Navire avec peu de leſt, il faut remplir la flottaiſon qu'il doit prendre ſur ce leſt ſeulement ; il faut qu'il ſoit large & peu élevé ſur l'eau. Un Bâtiment de cette

eſpece pourroit prendre une aſſez grande charge à proportion de ſa grandeur : mais il ne pourroit être bon boulinier quand il auroit ſa charge, ſur-tout, ſi c'eſt un grand Vaiſſeau, à moins de lui donner une voilure conſidérable, ce qui entraîneroit la néceſſité d'un fort Equipage.

Ceci prouve encore que l'on ne peut rien arrêter touchant la longueur, la largeur & la profondeur des Vaiſſeaux, puiſque les différentes qualités exigent des conditions diamétralement oppoſées entr'elles. On peut bien réunir deux de ces avantages dans une certaine forme & de certaines proportions de Vaiſſeaux, mais il eſt impoſſible de les y raſſembler toutes quatre dans un point éminent. Il ne peut gagner d'un côté ſans perdre de l'autre.

C'eſt pourquoi, pour un Bâtiment de commerce, il faut combiner ces qualités de maniere qu'il ait le plus poſſible de chacune. C'eſt-à-dire, que l'expreſſion repréſentant la vîteſſe & la quantité de la charge, diviſées par le nombre de l'Equipage & la quantité du leſt, ſoit un *maximum*.

Cependant, comme certaine ſpéculation de commerce peut exiger une qualité de préférence à un autre ; la nature dudit commerce ; les parages où on doit naviguer ; les Ports où on eſt obligé de mouiller : tout cela doit entrer en conſidération pour déterminer leſquelles des qualités doivent prévaloir, ſans rien changer à la grandeur des Bâtimens.

Il faut encore obſerver que les qualités des Vaiſſeaux ſemblables varient dans un autre rapport que celui de leur grandeur.

Si la largeur eſt repréſentée par la variable B, le port du Vaiſſeau variera dans le rapport des B^3 ; la vîteſſe du ſillage $\frac{B^{\frac{1}{3}} L^{\frac{4}{3}}}{D^{\frac{1}{3}}}$ variera dans celui des $B^{\frac{1}{3}}$, & le nombre de l'Equipage qui doit être proportionnel à l'aire de la voilure $B^2 L^{\frac{2}{3}}$, variera dans le rapport des $B^{\frac{8}{3}}$. Ainſi, ſuppoſons deux Bâtimens ſemblables l'un de 320 laſtes, & l'autre du huitieme de cette capacité ou de 40 laſtes, lorſque le plus grand fera dix nœuds, le petit n'en fera que huit ; & ſi le grand navigue avec vingt-quatre hommes d'Equipage, il en faudra quatre au petit qui cependant, ſuivant le rapport des capacités des deux Vaiſſeaux, devroit pouvoir ſe naviguer avec trois

hommes. De-là l'on voit qu'en *faiſant les petits Bâtimens ſemblables aux grands, ces premiers marcheront moins bien*, & exigeront un plus nombreux Equipage à proportion de leurs capacités que les grands.

Nous avons vu plus haut qu'on pouvoit procurer à un petit Bâtiment une marche auſſi avantageuſe qu'à un grand, en augmentant ſon moment de ſtabilité, & diminuant celui de réſiſtance; mais comme alors il auroit plus de voilure, il faudroit augmenter ſon Equipage.

Il eſt poſſible de faire naviguer un petit Bâtiment avec un Equipage proportionné à ſa capacité, mais ce ne peut être qu'en diminuant la voilure, & alors il marchera moins bien. On pourroit remédier à ce défaut juſqu'à un certain point, en donnant moins de largeur, mais nous avons vu que ce ne ſeroit pas ſans inconvénient; ainſi on trouve qu'il faut préférer, dans les petits Bâtimens, la qualité d'une marche avantageuſe à la faculté de pouvoir épargner ſur le nombre de l'Equipage.

La viteſſe étant dans le rapport des $\frac{B^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}}}{D^{\frac{1}{2}}}$, elle augmente lorſque la profondeur diminue, & qu'en même tems la longueur & la largeur augmentent. On remplit plus facilement cet objet en ajoutant à la longueur: mais pour la plus grande ſûreté de la navigation, pour que le Navire chargé par un grain puiſſe venir au vent, & afin qu'il vire aiſément de bord ſur une mer mâle, il convient mieux d'augmenter ſa largeur; d'où il réſultera que le métacentre ſe trouvera plus élevé: la voilure pourra donc avoir plus de ſurface: mais encore une fois, ce Vaiſſeau exigera un plus nombreux Equipage.

On voit donc que *les grands & les petits Bâtimens ne peuvent point, avec la même forme, naviguer avec la même ſûreté*, & on ne peut pas éviter l'inconvénient de la néceſſité d'un plus nombreux Equipage à proportion ſur les petits Bâtimens; comme au lieu de quatre hommes, ſix, &c.

Ainſi, que les petits Bâtimens ne peuvent pas avoir les mêmes avantages que les grands, lorſqu'il eſt queſtion de les employer au même commerce.

Comme les petits Bâtimens perdent du côté de la marche à être

d'une forme ſemblable à celle des grands, de même les grands gagneroient à cet égard à être formés comme les petits; on pourroit donc en conclure qu'il faudroit donner aux grands Vaiſſeaux la même forme qu'on donne aux petits, puiſque par-là ils gagneroient du côté de la marche. Mais pour les Vaiſſeaux de commerce où il eſt d'autant plus néceſſaire de donner de fortes capacités dans l'eau, qu'ils ſont plus grands, & qu'ils ont rarement beſoin d'une marche ſupérieure, pourvu qu'ils ſe ſoutiennent aſſez bien dans le vent pour n'être pas affalé ſur une côte; conſidérant d'ailleurs que ces Vaiſſeaux perdroient de l'avantage de naviguer avec peu de monde, & de plus qu'un grand Bâtiment coûte plus à conſtruire à proportion qu'un petit: pour ces ſortes de Vaiſſeaux, dis-je, il faut tâcher de réunir les qualités les plus avantageuſes à l'intérêt de l'Armateur.

Toutes ces diſcuſſions ne nous menent pas encore à la détermination du rapport à donner entre la longueur, la largeur & la profondeur des Vaiſſeaux, & on voit que la théorie ſeule n'y ſuffit pas: il faut donc faire intervenir la pratique, & voir par divers eſſais, par différentes expériences, comment différens Bâtimens ſe comportent dans les différens cas. Alors, d'abord on peut, au moyen des expreſſions ci-deſſus, parvenir à donner aux Bâtimens grands ou petits les qualités qu'on y déſire, & les porter à un certain dégré par rapport à celles d'un Vaiſſeau connu.

Au ſurplus, la table N°. 1 que l'on trouve à la fin de ce livre, d'après laquelle on peut régler toutes les proportions des Vaiſſeaux de commerce d'après les plus grands, comme ceux deſtinés à celui des Indes, juſqu'aux plus petits, eſt fondée ſur l'expérience, & peut ſervir de guide pour dreſſer le plan d'un Bâtiment, de quelque port qu'on le demande.

Mais comme il n'eſt pas poſſible de former un Vaiſſeau qui réuniſſe, juſqu'à un certain point, toutes les qualités que l'on pourroit déſirer, on a, pour cette raiſon, donné dans la table quatre eſpeces de Bâtimens.

La conſtruction de la premiere ſorte, ſous la dénomination de Frégate, eſt pour remplir l'objet de faire naviguer le Vaiſſeau dans les mers où on a quelques hoſtilités à craindre: ainſi, ils doivent pouvoir porter du canon, & auſſi bien marcher: & comme le ſer-

vice du canon exige un certain nombre d'Equipage, on peut donner à ce Bâtiment plus de voilure. Avec du canon, un Vaiſſeau a beaucoup de poids au-deſſus de la flottaiſon; de plus, il a à porter une plus grande voilure; il doit donc, pour être ſtable, avoir ſon métacentre d'une hauteur raiſonnable au-deſſus de la flottaiſon; c'eſt pourquoi il lui faut beaucoup de longueur & de largeur à proportion de la ſolidité de ſa carene.

La troiſieme eſpece, ſous la dénomination de Barques ou Chattes, eſt celle des Bâtimens qui n'ont pas ou que peu de canons; qui ſont bâtis ſeulement pour le commerce; dont l'objet eſt de porter la plus grande charge, & de naviguer avec le plus petit nombre d'Equipage qu'il ſera poſſible. Il faut qu'ils aient le plus qu'il ſe pourra les qualités dont il a été queſtion dans le courant de ce paragraphe.

La deuxieme eſpece, ſous la dénomination de *heck-bott* & *de Pinck*, eſt celle des Bâtimens qui, quant aux qualités, gardent un milieu entre la premiere & la troiſieme.

La quatrieme eſpece, ſous la dénomination de Bâtiment plat, a les mêmes qualités que la troiſieme; mais n'ayant pas autant de tirant-d'eau en charge, elle exige moins de leſt.

On verra mieux, par la table & par les plans que contient notre Ouvrage en planche *, la différence qu'il y a entre ces quatre eſpeces de Bâtimens.

Si on trouve néceſſaire de porter une certaine qualité à un plus grand dégré que ne la donneroient les proportions de la table, on pourra opérer ce changement d'après les principes établis: mais il ne faut pas oublier qu'on ne peut améliorer une qualité qu'au dépend d'un autre. La table eſt ſi claire qu'elle n'exige, pour toute explication, qu'un exemple: ainſi, on demande les proportions & la grandeur d'une Barque de 200 laſtes forts.

Par un laſte fort on entend 18 Skipond, poids de fer; le Skipond, poids de fer = 320 livres: ainſi, un laſte fort = 5760 livres. Un pied cubique d'eau de mer peſe 63 ** livres: donc un laſte fort eſt à peu-

* Cet Ouvrage, intitulé *Architectura Navalis mercatoria, &c.*, eſt rare & cher; il ſe vend à Amſterdam 180 liv. en feuille; on peut le voir à Breſt, à la Bibliotheque de l'Académie Royale de Marine: au ſurplus, en dreſſant des plans ſuivant la table N°. 1, on pourra les comparer.

** 1000 livres de Suede = 863,8 livres de France; 13 pouces $\frac{1}{2}$ de Suede = 12 pouces (pied de Roi): ainſi, ſi le pied cubique Suédois d'eau de mer peſe 63, le pied cubique de France de cette eau peſera 71,17 l. poids de marc.

près égal à 91 pieds cubiques d'eau de mer : ainſi, deux cens laſtes forts = 18200 pieds cubiques d'eau de mer.

	Logarithmes.
$P = 18200$ *	$= 4,2600714$
$P^{\frac{2}{3}} = D$	$= 4,4676938 = 29350.$
52	$= 1,7160033$
3)	$6,1836971$
x	$= 2,0612323 = 115,14.$
4	
5)	$8,2449292$
$x^{\frac{4}{5}}$	$= 1,6489858$
1,476	$= 0,1690864$
ζ	$= 1,4798994 = 30,19.$
x	$= 2,0612323$
	$0,0687077$
$x^{1-\frac{1}{10}}$	$= 1,9925246$
7,032	$= 0,8470789$
k	$= 1,1454457 = 13,978.$
x	$= 2,0612323$
	$0,1030616$
$x^{1+\frac{1}{10}}$	$= 2,1642939$
1,76	$= 0,2455127$
D	$= 4,4676938$
	$4,7132065$
$x^{1+\frac{1}{10}}$	$= 2,1642939$
Φ	$= 2,5489126 = 353,9.$
x	$= 2,0612323$
$x^{\frac{1}{2}}$	$= 1,0306161$
8,4	$= 0,9242793$
k	$= 0,1063368 = 1,277.$

	Logarithmes.
x	$= 2,0612332$
2)	$4,1224646$
$x^{\frac{1}{2}}$	$= 1,3741548$
18,8	$= 1,2741578$
d	$= 0,0999960 = 1,259.$
$x^{1+\frac{1}{10}}$	$= 2,1642939$
ζ	$= 1,4798994$
	$3,6441933$
1,5	$= 0,1760913$
W	$= 3,4681020 = 2938.$
$x^{\frac{21}{10}}$	$= 2,3704171$
43,2	$= 1,6354837$
V	$= 0,7349334 = 5,43.$
$x^{\frac{11}{10}}$	$= 1,1336777$
2,147	$= 0,3318320$
S	$= 0,8018457 = 6,337.$
$x^{\frac{11}{10}}$	$= 1,1336777$
30	$= 1,4771213$
$30\,x^{\frac{11}{10}}$	$= 2,6107990 = 408,1.$
$x^{\frac{21}{10}}$	$= 2,3704171 = 234,6.$
	$2,2392995 = 173,5.$
64	$= 1,8061800$
L	$= 0,4331195 = 2,711.$
x^3	$= 6,1836969$
	$6,6168164$
52	$= 1,7160033$
M	$= 4,9008131 = 79590.$

Ainſi, une Barque de 200 laſtes forts de port doit avoir ** 29350 pieds cubiques de déplacement, en dehors des membres ; 115,14

* 18200 = 4,2600714 ; on entend que cela veut dire 18200 = le nombre du logarithme 4,2600714, & ainſi des autres.

** $P^{\frac{2}{3}} = 29035$, & non pas 29350.

pieds de longueur de l'étrave à l'étambot ; 30,19 pieds de largeur en dehors des membres ; 13,98 pieds, mesurés au Φ couple, de la ligne de flottaison au can supérieur de la rablure de la quille : la surface du Φ couple sera de 353,9 pieds quarrés ; la quille aura de hauteur, à partir du can supérieur de la rablure, 1,277 pieds ; pour différence du tirant-d'eau de l'arriere à celui de l'avant, on aura 1,259 pieds ; la surface du plan de flottaison supérieur sera de 2938 pieds quarrés. Le centre de gravité du déplacement sera en dessous de la ligne de flottaison, de 5,43 pieds. $\frac{1}{3}\int y^3\,dx$, ou la distance de ce centre de gravité au métacentre sera de 6,337 pieds : il y aura entre le métacentre & le centre de gravité commun du Vaisseau & de sa charge, une distance de 2,711 pieds : d'où le moment de stabilité absolue = 79590.

Ce sont d'après ces mêmes regles qu'ont été calculées les proportions des Bâtimens de commerce des tables N°. 2, 3, 4 & 5.

Pour qu'on puisse trouver tout d'un coup les propriétés des Bâ-
Fig. 32. timens, proportionnées d'après la table N°. 1, on a construit la figure 32 où les chiffres 20, 40, 60, &c. représentent la longueur de l'étrave à l'étambot.

Si AB est la ligne de flottaison : pour une Barque, CCB sera le le lieu du centre de gravité de déplacement ; DDB celui du métacentre ; EEB celui du centre de gravité commun du Vaisseau & de sa charge. Pour une Frégate, FFB sera le lieu du centre de gravité de déplacement ; GGB celui du métacentre ; HHB celui du Vaisseau avec sa charge : ainsi, pour un Bâtiment en forme de Barque de 80 pieds de longueur, la distance de la ligne de flottaison au centre de gravité de déplacement = LC ; la hauteur du métacentre au-dessus de la ligne de flottaison = LD ; cette ligne de flottaison est au-dessus du centre de gravité du Vaisseau avec sa charge d'une quantité = LE.

Mais quand il est question d'une Frégate, la distance du centre de gravité du déplacement à la flottaison = LF ; la hauteur du métacentre au-dessus de la flottaison = LG ; le centre de gravité du Vaisseau & de sa charge est en dessous de la flottaison d'une quantité = LH. La ligne IIB détermine la longueur que doit avoir le grand mât à proportion de la stabilité ; c'est-à-dire, que la hauteur du mât au-dessus de la flottaison, est déterminée par la distance de IIB à AB.

Si

Si on donne aux grands & petits Vaiſſeaux une forme ſemblable à celui de 110 pieds de longueur, alors la ligne droite *MB* ſera le lieu du métacentre, & l'autre ligne *KKB* déterminera la longueur du grand mât, relativement à la ſtabilité.

En déterminant le centre de gravité du Vaiſſeau & de ſa charge, on a ſuppoſé ſemblables les cargaiſons des Bâtimens; de ſorte que, ſi la Barque de 80 pieds de longueur a ſon centre de gravité en *E*, le centre de gravité des autres Barques doit ſe trouver dans la ligne *EEB*: de même, le centre de gravité de toutes les Frégates eſt ſur la ligne *HHB*.

§ 26.

Le lieu où l'on place le maître couple influe beaucoup ſur la forme du Bâtiment. Lorſqu'on a un plan de Vaiſſeau à faire, on connoît déja ſon déplacement; ſes longueur, largeur & profondeur; le lieu de ſon centre de gravité. Si l'on porte ſur ce plan le Φ couple trop de l'avant ou trop de l'arriere: trop de l'avant, la courbure aura trop de maigre dans cette partie; trop de l'arriere, elle aura trop de gras: & au contraire de l'arriere. Cela ne peut manquer d'être ainſi, pour que le centre de gravité demeure invariablement dans le point donné. Il y auroit donc trop de différence du rapport qu'auroient les coupes entr'elles dans une des parties, comme de l'avant, au rapport entre celles de l'arriere.

L'emplacement du maître couple dépend du plus ou du moins de capacité des extrémités du Bâtiment. Car s'il faut compoſer un corps de deux coins joints par leur baſe, ayant pour donnée le lieu du centre de gravité commun; ſi, aſſujetti à la même poſition du centre de gravité commun, on a à compoſer un autre corps de même longueur, mais avec deux demi-ſphéroïdes, la longueur de ces ſphéroïdes n'auront pas le même rapport avec la longueur totale, que celles des coins; c'eſt-à-dire, que la plus grande largeur de ces deux eſpeces de corps ſera à différentes diſtances de leurs extrémités.

Si l'on calcule l'aire des coupes de différentes eſpeces de Bâtimens, on trouvera que ces aires pour les Frégates taillées, ſuivent, tant pour la partie de l'arriere, que pour celle de l'avant, la même loi que les ordonnées paralléles à l'axe d'une parabole dont le ſommet eſt à la plus grande coupe: ou bien, leſdites aires ſont dans le même rapport que celles des coupes du ſphéroïde.

Fig. 33. Soit $ADBI$ le corps d'un Vaiſſeau. C le point du milieu de la longueur de l'étrave à l'étambot; E le centre de gravité; F le le lieu de la plus grande ſection; G le centre de gravité de la partie en avant de cette plus grande ſection; H le centre de gravité de la partie qui eſt en arriere.

Dans la parabole $AG = \frac{1}{8} AF$ * & $FH = \frac{1}{8} FB$. Soit $AB = a$, $FA = x$, & $CE = m$; alors $FB = a - x$; l'aire des eſpaces ADI, BDI ſont dans le rapport de x à $a - x$; ainſi, $\frac{1}{8} x^2 + \left(x + \frac{1}{8}(a-x)\right) \times (a-x) = a \times (\frac{1}{2} a - m)$: d'où $x = \frac{3}{5} a - 4m$: c'eſt-à-dire, que la diſtance entre le milieu de la longueur du Bâtiment & ſa plus grande ſection, doit être quatre fois la diſtance qui ſe trouve entre ce milieu & le centre de gravité du Vaiſſeau. Le Bâtiment plus plein dans ſes extrémités, AG étant égal à $\frac{7}{16} AF$, la diſtance de la plus grande ſection au milieu ſera $= 6m$. Qu'il ſoit encore plus rempli, AG étant égal à $\frac{9}{16} AF$, cette diſtance de la plus grande ſection, priſe en avant du milieu, ſera $= 8\ m$.

Par ceci on voit donc que la plus grande ſection doit être de l'avant du milieu de la longueur à une diſtance, pour les Frégates très-taillées, de quatre fois, & pour les Vaiſſeaux marchands fort pleins, de huit fois la diſtance du milieu de la longueur au centre de gravité du Bâtiment.

C'eſt auſſi le lieu du maître couple quand ſes hauteurs ſont priſes de la flottaiſon ſupérieure; mais ſi elles étoient priſes de la partie ſupérieure de la quille à laquelle les couples fuſſent perpendiculaires, le maître couple devroit être un peu en avant de la plus grande ſection; d'une quantité qui ait du rapport à la différence du tirant-d'eau de l'avant à l'arriere, & à la courbure du Vaiſſeau vers la flottaiſon au milieu. Cette diſtance peut en général être regardée comme égale à la différence du tirant-d'eau.

La détermination que nous donnons ici du lieu de la plus grande ſection, s'accorde à ce que nous en avons dit (§ 16) par rapport à l'avantage de la marche.

---

* (*Méch.* 289) $Gg' = \frac{\int \frac{1}{2} y^2 dx}{APM}$: pour la parabole, $\frac{1}{2}\int y^2 dx = \frac{1}{2} p \int x\, dx = p \frac{x^2}{4}$; $APM = \frac{2xy}{3}$: donc $\frac{\frac{1}{2}\int y^2 dx}{APM} = \frac{3px^2}{8xy} = \frac{3px}{8y} = \frac{3yy}{8y} = \frac{3y}{8}$: ainſi, ſi AF (*fig.* 33) ou $FB = y$, FG ou $FH = \frac{1}{8} AF$ ou $\frac{1}{8} FB$.

CHAPITRE VII.

Des proportions des Bâtimens pour la courſe.

§ 27.

LEs Corſaires ſont des Bâtimens que le particulier arme en tems de guerre, de l'autoriſation du Gouvernement, pour s'emparer de Bâtimens marchands & autres appartenant à l'Ennemi.

S'il y a des Vaiſſeaux marchands ſans défenſe, il s'en rencontre auſſi ſouvent de grands qui ſont armés, & ont des canons montés : c'eſt pourquoi il eſt néceſſaire que les Corſaires ſoient bien armés, & qu'ils aient un Equipage ſuffiſant, tant pour l'action que pour amariner leurs priſes.

Pour courre ſur les petits Bâtimens, on peut ſe ſervir de moindres Corſaires ; mais comme ceux-ci ne pourroient porter qu'une petite artillerie, dont l'effet ne peut être conſidérable, leur objet doit être d'aller à l'abordage, & leur force principale conſiſte dans le nombre de l'Equipage.

Si la courſe pouvoit ſe faire ſans que l'on eût à craindre des forces ſupérieures, on pourroit y employer toutes ſortes de Bâtimens, pourvu qu'ils fuſſent bien armés de canons & d'hommes. Mais comme le Corſaire peut rencontrer des Vaiſſeaux de ligne qui ſont toujours plus forts que lui, il doit, pour prendre chaſſe avec ſuccès, bien porter la voile, & bien marcher même de gros tems.

Indépendamment des Vaiſſeaux de guerre, il eſt encore expoſé à trouver à la mer des Frégates & Corſaires Ennemis. Quant aux Corſaires, comme ils ſont les uns & les autres armés par des particuliers qui n'ont d'autre objet que leur profit, il n'eſt pas à préſumer qu'ils s'engagent entr'eux dans des combats dont il ne réſulteroit autre choſe que de ſe déſemparer, ſans remplir les vues de leurs Armateurs.

Au contraire des Frégates : elles ont des principes différens qui ſont d'attaquer & de s'emparer, autant qu'il leur eſt poſſible, des Corſaires Ennemis. Si donc le Corſaire n'eſt pas en état de s'échapper par l'avantage de la marche, (ce qui eſt ordinairement le cas,

car les Frégates ſont conſtruites auſſi pour être fines voilieres) il faut qu'il ſoit à même de ſe défendre. C'eſt l'eſpece de Bâtiment qui décide le plus ſouvent dans ces ſortes de combats. Si l'Ennemi eſt fort & porte de gros canons, le Corſaire doit auſſi en avoir, & plutôt d'un fort calibre qu'en grand nombre : ce qui eſt plus avantageux, non-ſeulement à cauſe du plus grand effet, mais auſſi parce qu'ils laiſſent plus de diſtances entr'eux pour la facilité de les manier & d'armer les avirons. Ces avirons ſervent dans le combat pour faire préſenter le Corſaire dans une poſition avantageuſe, & pendant le calme pour ſe retirer de devant l'Ennemi ſupérieur. Le Corſaire doit bien marcher de toute ſorte de tems, & ſur-tout bien virer de bord : particuliérement, il doit avoir une bonne mouſqueterie, quelques petits canons ou pierriers pour envoyer de la mitraille, & être bien baſtingué.

Pour ce qui concerne les petits Corſaires, comme ils ont ſans ceſſe à ſe retirer de devant les Vaiſſeaux de guerre, leur ſeul objet doit être d'avoir une marche ſupérieure.

Outre ces qualités néceſſaires pour le combat, le Corſaire doit avoir aſſez de cale pour pouvoir prendre les munitions de guerre & de bouche pour une campagne déterminée, en demeurant à ſon tirant-d'eau.

Il réſulte de tout ceci que les qualités principales d'un Corſaire ſont de bien marcher & bien porter la voile par le gros tems.

On a vu dans le paragraphe 24, que pour remplir cet objet, il faut donner beaucoup de longueur & de largeur à proportion de la ſolidité de la partie ſubmergée. Mais comme un Bâtiment d'une grande longueur & d'une grande largeur coûte beaucoup à conſtruire, & exige, pour le manœuvrer, un fort Equipage, on ne peut porter ces dimenſions auſſi loin qu'il ſeroit néceſſaire pour une grande ſupériorité de marche, ſans que les dépenſes de la conſtruction & de la ſolde de l'Equipage qui iroient à un prix conſidérable, ne ſurpaſſaſſent l'avantage qu'on en pourroit eſperer. Et comme, en conſtruiſant un Corſaire, on a de certaines vues qui doivent ſe remplir au moyen d'une certaine artillerie, c'eſt donc l'artillerie qui doit être le fondement de ſes proportions.

Le déplacement d'un Bâtiment, dont on connoît la grandeur ainſi que le poids qu'il doit porter, n'eſt pas difficile à trouver ;

mais on ne peut, par la théorie ſeule & ſans faire intervenir des connoiſſances de pratique, déterminer la vraie valeur que doit avoir le moment de ſtabilité.

Par la comparaiſon de différentes eſpeces de Bâtimens, on a trouvé qu'en général les Corſaires, tant grands que petits, ont la ſtabilité convenable lorſque la diſtance de leur métacentre au centre de gravité du Vaiſſeau eſt de 6 pieds; & comme, ſelon le paragraphe 11, ce centre de gravité doit ſe trouver dans le plan de flottaiſon, le métacentre doit être à 6 pieds au-deſſus de la flottaiſon.

Les longueur, largeur, profondeur & déplacement doivent donc être dans un tel rapport entr'eux, & avec la quantité des poids, que le centre de gravité ſe trouve dans la ligne de flottaiſon, & le métacentre 6 pieds au-deſſus.

Mais comme ces proportions, &c. ne pourroient ſe trouver que par le moyen d'approximation, pour en faciliter la recherche, je donne ci-après des formules générales qui, d'après le poids, la nature & l'emplacement de l'artillerie, expriment les proportions de toutes ſortes de Corſaires, depuis les Frégates les plus grandes, juſqu'au plus petit Yacht. J'ai, pour les grands Bâtimens, conſidéré particuliérement la force de l'artillerie: quant aux moindres, j'ai moins fait attention à l'artillerie, qu'au nombre d'Equipage qui en fait toute la force.

Ces formules ſont telles que tous les Bâtimens qui en proviendront, ſeront bons voiliers, & que les plus petits marcheront auſſi bien que les plus gros.

§ 28.

Comme le poids de l'artillerie & des munitions de guerre qui entrent dans le calcul & l'uſage de ces formules, en eſt le principal fondement, j'ai d'abord cru devoir dreſſer la table ſuivante.

Poids des canons & munitions qui doivent ſervir pour les proportions des Bâtimens Corſaires.

CALIBRES des CANONS.	Poids d'un boulet en poids de vivres.	Nombres par leſquels le multiplie le poids du boulet pour trouver celui du canon.	POIDS DU CANON.		Nombres par leſquels le poids du canon ſe divile pour trouver le poids de l'affut, &c.	Poids des affuts, bragues & palans.	Poids des boulets, poudre, valets, égal au poids de 126 boulets.	Poids des canons, affuts, braques, palans, boulets, poudre & valets.		Poids des canons, affuts, braques & palans.	
			Poids de vivr.	*Poids de fer.*					A		C
Calibres.	livres.		livr.	Skip.		livr.	livr.	livres.	Pieds cubiques d'eau à 63 l. ch. pied.	livres.	Pieds cubiques d'eau à 63 livres.
24	29	215	6235	19,48	4,70	1326	3654	11215	178	7561	120
22	——	216	——	——	4,63	——	——	——	——	——	——
20	——	218	——	——	4,56	——	——	——	——	——	——
18	21,75	221	4807	15	4,49	1070	2740	8617	136,77	5877	93,3
16	——	225	——	——	4,42	——	——	——	——	——	——
14	——	230	——	——	4,35	——	——	——	——	——	——
12	14,5	236	3422	10,69	4,28	799	1827	6048	96	4221	67
10	——	243	——	——	4,21	——	——	——	——	——	——
8	9,$\frac{4}{7}$	251	2426	7,58	4,14	586	1218	4230	67,1	3012	47,8
6	7,25	260	1885	5,89	4,07	463	914	3262	51,77	2348	37,3
4	4,833	270	1305	4,07	4,00	326	609	2240	35,55	1631	25,9
3	3,625	276	1000	3,12	3,93	254	457	1711	27,16	1254	20,0
Pierriers. 3	3,625	70	254	0,80	——	60	400	714	11,33	314	5,0
Pierriers. 2	2,416	70	169	0,53	——	42	266	477	7,57	211	3,35

On proportionne dans la table ci-deſſus le poids du canon au poids du boulet ; & pour ſuivre uniformément la loi des rapports croiſſans entre les boulets & les canons, à meſure que ceux-ci deviennent plus petits, on a porté dans cette table pluſieurs canons qui ne ſont point en uſage.

De proportionner le poids du canon à celui du boulet, ce n'eſt pas ſans doute la meilleure méthode ; il doit être déterminé par d'autres circonſtances : cependant, pour l'objet que l'on ſe propoſe, on peut admettre ce procédé, d'autant mieux qu'il donne une ſolution fort approchée du poids ordinaire.

On trouve d'ailleurs dans cette table, aux deux colonnes *A* & *C*, le poids des canons, qu'il faut multiplier par le nombre de ceux que

doit porter le Corſaire dont on ſe propoſe de faire le plan. On fait, dans le calcul, ce poids total des canons égal à A & à C.

On peut admettre qu'un boulet de 24 * peſe 29 livres de vivres, un pied cubique de fer de cette eſpece peſant 440 livres : on a ſuivi le même rapport pour les autres boulets.

Dans le calcul ſuivant, on eſtime que le poids d'un homme eſt de 170 livres = 2,7 pieds cubiques d'eau de mer, ſur le pied de 63 livres par pied ; le poids d'un homme avec ſes effets = 4 pieds cubiques ; les vivres, futailles, le bois pour lui apprêter à manger pendant un mois = 189 livres = 3 pieds cubiques ; l'eau, y compris les pieces, pour 15 jours = 112 livres = 1,78 pieds cubiques.

D = le déplacement du Vaiſſeau en dehors des membres ; B = le poids de ſa partie, au-deſſus de la flottaiſon, y compris les mâts, vergues, voiles, gréement ; a = la diſtance du centre de gravité commun de ces poids, à la flottaiſon ; c = la diſtance du centre de gravité de tous les canons, auſſi à la flottaiſon. On eſtime le centre de gravité des canons à une diſtance du ſeuillet du milieu, d'un tiers de hauteur de ſabord pris en deſſus. On eſtime de même la diſtance du centre de gravité des canons de gaillards, au ſeuillet du ſabord de l'avant du gaillard d'arriere, être auſſi d'un tiers de hauteur de leur ſabord. Pour centre de gravité des pierriers, on prend celui du pierrier du milieu. z = la largeur du Bâtiment, en dehors des membres ; y = la demi-largeur, & x = la longueur de l'étrave à l'étambot de dehors en dehors ; d = la profondeur du Vaiſſeau, priſe au Φ couple, de la ligne de flottaiſon à la rablure.

On peut auſſi eſtimer le nombre de l'Equipage être = $3,763\ A^{\frac{1}{3}}$, dont le poids eſt = $10,16\ A^{\frac{1}{3}}$, & avec leurs effets = $15\ A^{\frac{1}{3}}$. Les vivres pour k mois, & l'eau pour la moitié de ce tems, futailles, bois, &c. compris, = $18 \times k\ A^{\frac{1}{3}}$.

Pour pouvoir obſerver un certain ordre entre ces Bâtimens, on a ſuppoſé les plus grands approviſionnés pour un plus long tems que les petits : en conſéquence, on peut faire $k = \frac{A^{\frac{1}{3}}}{2,756}$; pour lors

* Ces boulets paroiſſent un peu plus forts que les nôtres.

$18 \times k \times A^{\frac{5}{9}} = 6{,}534 \times A^{\frac{13}{63}}$. Si tous ces poids $15\,A^{\frac{5}{9}} + 6{,}534\,A^{\frac{13}{63}} + A = K$, le déplacement ſera bien proportionné, D étant $= 6{,}84 \times c^{\frac{1}{4}} \times K^{\frac{13}{111}}$. Alors on peut faire le poids $B = \frac{D^{\frac{21}{20}}}{6{,}281}$, & la diſtance $a = \frac{D^{\frac{1}{7}}}{3{,}48}$.

Faiſons $C + 10{,}16 \times A^{\frac{1}{9}} = Q$, & ſoit le centre de gravité du déplacement au-deſſous du plan de flottaiſon d'une quantité encore inconnue (m); on exprimera, ſuivant le paragraphe 7, le moment de ſtabilité par $\frac{2}{3}\int y^3 dx - (m+a)\,B - (m+c)\,Q$ *; mais comme $\frac{2}{3}\int y^3 dx = (m+6)\,D$, ſelon le paragraphe précédent, $(m+6)\,D - (m+a)\,B - (m+c)\,Q = 6\,D$: de-là $m = \frac{aB + cQ}{D - (B+Q)}$.

Il faut prendre garde en faiſant ſon plan, que le centre de gravité de la partie ſubmergée ne deſcende pas plus bas que de cette quantité; il vaudroit mieux qu'il fût plus haut: car ſi on le faiſoit baiſſer, la ſtabilité en diminueroit; il en ſera le contraire, s'il monte.

On a auſſi trouvé que $(m+6)\,D$ ou $\frac{2}{3}\int y^3 dx$ peut être $= \frac{\zeta^3 x^{\frac{21}{10}}}{26}$, & $\zeta = \frac{x^{\frac{2}{10}}}{2{,}36}$; de-là $(m+6)\,D = \frac{x^{\frac{13}{4}}}{341{,}8}$, & ainſi $x = \left(341{,}8 \times (m+6) \times D\right)^{\frac{4}{13}}$. L'aire de la flottaiſon ſupérieure doit être $= \frac{\zeta x^{\frac{24}{13}}}{1{,}626}$, &

---

* Pour que $\frac{2}{3}\int y^3 dx - (m+a)\,B - (m+c)\,Q$ fût l'expreſſion du moment de ſtabilité, il faudroit que tous les objets au-deſſous de la flottaiſon, ſavoir, la charpente de la carene, & ce que contient la cale juſqu'au niveau de l'eau, euſſent leur centre de gravité confondu avec celui du déplacement; or, il eſt plus bas: pour la charpente de la carene, on a le fond du Vaiſſeau; pour ce que contient la cale, on a le leſt; ces deux objets concourent à baiſſer le centre de gravité des poids qui doivent s'exprimer par $D - (B+Q)$. Que le centre de gravité de ces poids ſoit plus bas que celui du déplacement d'une quantité $= \delta$, l'expreſſion du moment de ſtabilité doit être $\frac{2}{3}\int y^3 dx + \delta \times \left(D - (B+Q)\right) - (m+a)\,B - (m+c)\,Q$ (§ 8): ce qui fait varier m encore ſuivant δ. En faiſant deſcendre le centre de gravité de la partie ſubmergée, c'eſt-à-dire, faiſant m plus grande, il y aura de l'avantage, parce que δ augmentera dans un plus grand rapport. *Voyez la note*, page 22.

Le déplacement & les dimenſions principales auxquels nous ſommes aſſujettis pour nos Frégates, ne permettent pas toujours que le métacentre ſe trouve à 6 pieds au-deſſus de la flottaiſon : mais nous retrouvons la ſtabilité néceſſaire en diminuant l'acculement de la varangue.

l'aire

l'aire du Φ couple $= \frac{2,366 \times D}{x^{\frac{11}{12}}}$; de même $d = \frac{x}{10,5}$. Le centre de gravité du leſt eſt ſuppoſé être en deſſous de la ligne de flottaiſon d'une quantité $= \frac{x^{\frac{7}{3}}}{95}$, & le poids du leſt $= 95 \times \left(\frac{1,11 \times \left((m+a)B + (m+c)Q\right) - mD}{x^{\frac{7}{3}} - 95m}\right)$.

On a reconnu que le moment de la voilure, par rapport au centre de gravité du Vaiſſeau ou à la flottaiſon, doit être $= \frac{35,56 \times 6D}{x^{\frac{1}{3}}}$; les voiles qui la compoſent ſont les mêmes dont il a été fait mention, paragraphes 20 & 22.

Quant à la longueur (x) que nous avons trouvée ici, elle pourroit varier d'après la diſtance entre les canons, la diſpoſition des ſabords de nage, ainſi que des emménagemens : cependant il ne faut pas beaucoup toucher à cette longueur, ſi l'on veut que la valeur de $\frac{2}{3}\int y^3 dx$ demeure conſtante.

Pour guider d'autant mieux, voici la moindre diſtance que l'on puiſſe établir entre les canons de centre à centre : pour du 24, 10 pieds $\frac{1}{3}$; du 18, 9 pieds $\frac{1}{6}$; du 12, 9 pieds $\frac{1}{3}$; du 8, 8 pieds $\frac{1}{6}$; du 6, 8 pieds $\frac{1}{3}$; du 4, 7 pieds $\frac{11}{12}$; du 3, 7 pieds $\frac{1}{2}$. Mais ſi l'on veut faire deux ſabords de nage entre chaque canon, la diſtance de ſabord (de canons) à ſabord ne peut pas être moindre de 8 pieds.

Le premier ſabord de l'avant peut être placé de maniere que le can d'arriere ſoit aligné avec le centre du mât de miſaine; ou que le can d'avant ſoit un peu en arriere de ce mât.

Il faut mettre, de diſtance du ſabord de l'arriere à l'étambot, une longueur d'entre-ſabord & une largeur de ſabord, plus ou moins, ſuivant la diſpoſition des emménagemens.

C'eſt ici le lieu de placer les proportions des ſabords que l'expérience a fait reconnoître pour les meilleures.

Proportions de ſabords.

CALIBRES *des* CANONS.	Hauteurs des feuill. au-deſſus du pont.	HAUTEURS *des* SABORDS	LARGEURS *des* SABORDS
	pouces.	pouces.	pouces.
24 livres.	28	34	40
18 livres.	26	31	36
12 livres.	24	28	33
8 livres.	22	25	30
6 livres.	20	22	27
4 livres.	18	19	24
3 livres.	16	17	21

Pour plus de clarté, je donne ci-deſſous les expreſſions dans l'ordre où elles doivent être employées dans le calcul.

Formules pour les proportions des Corſaires.

$$15A^{\frac{1}{9}} + 6{,}534\,A^{\frac{13}{63}} + A = K$$

$$6{,}84 \times c^{\frac{1}{4}} \times K^{\frac{13}{63}} = D$$

$$\frac{D^{\frac{2}{10}}}{6{,}281} = B,\ \frac{D^{\frac{1}{3}}}{3{,}48} = a,\ 10{,}16\,A^{\frac{1}{9}} + C = Q$$

$$\frac{aB + cQ}{D - (B+Q)} = m$$

$$\frac{}{341{,}8 \times (m+6) \times D^{\frac{4}{13}}} = x$$

$\frac{x^{\frac{2}{10}}}{2{,}36} = \zeta$, $\frac{\zeta\, x^{\frac{34}{35}}}{1{,}626}$ = l'aire de la flottaiſon ſupérieure.

$\frac{2{,}366 \times D}{x^{\frac{13}{12}}}$ = l'aire du Φ couple, $\frac{x}{10{,}5} = d$

$3{,}763 \times A^{\frac{1}{9}}$ = le nombre de l'équipage, $\frac{A^{\frac{1}{7}}}{2{,}756} = k$ mois de vivres.

$$95 \times \frac{\left(1{,}11 \times \left((m+a)B + (m+c)Q\right) - mD\right)}{x^{\frac{7}{3}} - 95m} = \text{le poids du leſt.}$$

La quantité dont le centre de gravité du leſt eſt au-deſſous de la flott. $= \frac{x^{\frac{7}{3}}}{95}$.

La différence du tirant-d'eau $= \frac{x^{\frac{2}{3}}}{14,46}$.

Le moment de la voilure par rapport à la flottaiſon $= \frac{35,56 \times 6D}{x^{\frac{1}{3}}}$.

Afin de guider ſur la maniere d'employer ſes formules d'après le nombre des canons, leur calibre & la hauteur de batterie, on a conſtruit la table ſuivante des valeurs de *A*, *C* & *c* pour 16 Corſaires portant différens nombres de canons.

Numéros des Batimens.	CANONS. Premiere Batterie. nombre.	calibre.	2e. Batterie, ou celle des gaillards. nombre.	calibre.	Hauteur de la Batterie.	Hauteur des Sabords.	Tiers de la hauteur des Sabords.	Diſtance du centre de gravité des canons de la premiere Batterie à la flottaiſon.	Diſtance entre les Batteries.	Poids de la premiere Batterie avec affuts, bragues & palans, &c.	Poids de la Batterie ſupérieure avec les affuts, &c.	Quantité C.	Centre de gravité commun de tous les canons, au-deſſus de la flottaiſon ou c.	Quantité A.
	nombre.	calibre.	nombre.	calibre.	Pieds	Pieds	Pieds	Pieds.	Pieds	P. cubiq.	P. cub.	P. cub.	Pieds.	P. cub.
1	28	18	12	6	8,5	2,58	0,86	9,36	6,4	2612,4	447,6	3060	10,29	4451
2	26	18	10	6	7,	2,58	0,86	7,86	6,3	2425,8	373,	2799	8,69	4074
3	26	12	10	4	6,5	2,33	0,77	7.28	6,2	1742,	259,	2001	8,08	2851
4	24	12	8	4	6,	2,33	0,77	6,78	6,1	1608,	207,2	1815	7,47	2588
5	24	8	8	3	5,75	2,08	0,69	6,44	6,	1147,2	160,	1307	6,85	1827
6	22	8	——	——	5,5	2,08	0,69	6,19	——	1051,6	——	1052	6,19	1476
7	22	6	——	——	5,25	1,83	0,61	5,86	——	820,6	——	821	5,86	1139
8	20	6	——	——	5,	1,83	0,61	5,61	——	746,	——	746	5,61	1035
9	18	6	——	——	4,75	1,83	0,61	5,36	——	671,4	——	671	5,36	932
10	16	6	——	——	4,5	1,83	0,61	5,11	——	596,8	——	597	5,11	828
11	14	6	——	——	4,25	1,83	0,61	4,86	——	522,2	——	522	4,86	725
12	12	6	——	——	4,	1,83	0,61	4,61	——	447,6	——	448	4,61	621
13	10	6	——	——	3,75	1,83	0,61	4,36	——	373,	——	373	4,36	518
14	8	6	——	——	3,5	1,83	0,61	4,11	——	298,4	——	298	4,11	414
15	1	12	16	3	4,	——	——	4,5	——	147,	——	147	4,5	277
16	1	8	16	2	3,75	——	——	4,	——	101.4	——	101,4	4,	188

Suppoſons qu'il faille faire le plan d'un Corſaire de 24 canons de 12 en batterie, 8 de 4 ſur les gaillards, avec 6 pieds de batterie: c'eſt le Corſaire numéro 4 de la table, ainſi on aura pour *A*, *C* & *c* les valeurs ſuivantes:

$A=2588$; $C=1815$; $c=7,47$; log. $7,47=0,8733206$; log. $c^{\frac{7}{4}}=0,2183301$

	Log. pour les nom. corr.	
$A = 2588$	$= 3,4129643$	
$A^{\frac{2}{3}}$	$= 1,8960913$	
15	$= 1,1760913$	
$15\ A^{\frac{2}{3}}$	$= 3,0721826$	$= 1180,8$
$A^{\frac{11}{61}}$	$= 2,8712239$	
6,534	$= 0,8151791$. $A=2588$	
	$= 3,6864030$	$= \frac{4858}{8627}$
K	$= 3,9358598$	
$K^{\frac{17}{15}}$	$= 3,4210785$	
$c^{\frac{7}{4}}$	$= 0,2183301$	
6,84	$= 0,8350561$	
D	$= 4,4644647$	$= 29140$
$D^{\frac{21}{10}}$	$= 4,6876879$	
6,281	$= 0,7980288$	
B	$= 3,8896591$	$= 7756$
$D^{\frac{1}{2}}$	$= 1,4881549$	
3,48	$= 0,5415792$	
a	$= 0,9465757$	$= 8,842$
B	$= 3,8896591$	
$a\,B$	$= 4,8362348$	$= 68590$
$A^{\frac{2}{3}}$	$= 1,8960913$	
10,16	$= 1,0068937$. $C = 1815$	
$10,16\ A^{\frac{2}{3}}$	$= 2,9029850$	$= 799,8$
Q	$= 3,4174717$	$= 2615$
c	$= 0,8733206$	
$c\,Q$	$= 4,2907923$	$= 19514$
$a\,B + c\,Q$	$= 4,9450750$	$= 88124$
$D - (B+Q)$	$= 4,2734411$	$= 18769$
m	$= 0,6716339$	$= 4,695$
$m + a$	$= 1,1315224$	$= 13,537$
B	$= 3,8896591$	
$(m+a)\,B$	$= 5,0211815$	$= 105000$
$m + c$	$= 1,0851121$	$= 12,165$
Q	$= 3,4174717$	
$(m+c)\,Q$	$= 4,5025838$	$= 31810$
	$= 5,1361178$	$= 136810$
1,11	$= 0,0453230$	
	$= 5,1814408$	$= 151860$
D	$= 4,4644647$	
m	$= 0,6716339$	
$m\,D$	$= 5,1360986$	$= 136800$
	$= 4,1778250$	$= 15060$
95	$= 1,9777236$	
	6,1555486	

	Log pour les nom. corr.	
$x^{\frac{7}{7}}$	$= 2,9969025$	$= 992,9$
95	$= 1,9777236$	
m	$= 0,6716339$	
95. m	$= 2,6493575$	$= \frac{446}{546,9}$
	$= 2,7379079$	
Left.	$= 3,4176407$	$= 2616$
D	$= 4,4644647$	
$m + 6$	$= 1,0291808$	$= 10,695$
$\int \frac{1}{2} y^1 d x$	$= 5,4936455$	$= 311600$
341,8	$= 2,5337721$	
	$= 8,0274176$	
x	$= 2,1406447$	$= 138,24$
$x^{\frac{9}{10}}$	$= 1,9265803$	
2,36	$= 0,3729120$	
ξ	$= 1,5536683$	$= 35,78$
$x^{\frac{24}{23}}$	$= 2,2337162$	
	$= 3,7873845$	
1,626	$= 0,2111205$	
Aire de la flott.	$= 3,5762640$	$= 3769$
$d = \frac{138,24}{10,5}$		$= 13,16$
D	$= 4,4644647$	
2,366	$= 0,3740147$	
	$= 4,8384794$	
$x^{\frac{13}{12}}$	$= 2,3190317$	
Aire du Φ couple.	$= 2,5194477$	$= 330,7$
$A^{\frac{2}{3}}$	$= 1,8960913$	
3,763	$= 0,5755342$	
Equipage.	$= 2,4716255$	$= 296$
$A^{\frac{2}{7}}$	$= 0,9751326$	
2,756	$= 0,4402792$	
Mois (λ)	$= 0,5348534$	$= 3,426$
$x^{\frac{7}{7}}$	$= 2,9969025$	
95	$= 1,9777236$	
Dist. du left à la flot.	$= 1,0191789$	$= 10,45$
$x^{\frac{2}{3}}$	$= 1,3379029$	
14,46	$= 1,1601683$	
Diff. de tirant-d'eau	$= 0,1777346$	$= 1,506$
$6\,D$ *	$= 5,2426408$	$= 174840$
35,56	$= 1,5509618$	
	6,7936026	
$x^{\frac{2}{3}}$	$= 0,7135482$	
Moment des voil.	$= 6,0800544$	$= 1202400$

* Il y a ici une petite faute de calcul ; log. $6.\ D = 5,2426159 =$ log. 174830, & non $5,2426408$; au moyen de quoi, le moment de la voilure n'eſt que de 1202346.

Par ce procédé on trouvera : que le Corſaire de 24 canons de 12 en batterie, de 8 de 4 ſur les gaillards, & dont le ſeuillet du ſabord du milieu de la premiere batterie doit être à une élévation de 6 pieds au-deſſus de la flottaiſon, devra avoir 29140 pieds cubiques de déplacement en dehors des membres, non compris la quille, l'étambot & l'étrave ;

Que le centre de gravité dudit déplacement ſera en-deſſous du plan de flottaiſon d'une quantité . . . . = 4,595 pieds.

Que $\frac{2}{3}\int y^3 dx$ . . . . . = 311600.

La longueur de l'étrave à l'étambot . = 138,24 pieds.

Largeur en dehors des membres. . . = 35,78 pieds.

Aire de la flottaiſon ſupérieure. . . . . = 3769 pieds quarrés.

Profondeur au Φ couple de la flott. à la rablure 13,16 pieds.

Aire du Φ couple. . . . . 330,7 pieds quarrés.

Nombre d'Equipage. . . . . 296 hommes.

Mois de vivres. . . . . 3,43.

Poids du leſt, en pieds cubiques d'eau de mer, 2616.

Quantité dont le centre de gravité du leſt doit être en-deſſous de la flottaiſon. . . . . 10,45 pieds.

Différence de tirant-d'eau. . . . . 1,51 pieds.

Moment de la voilure à partir du centre de gravité du Vaiſſeau ou de la flottaiſon. . . . . 1202400.

En ſuivant les mêmes regles, & de la même maniere, on s'eſt procuré les proportions des 16 Corſaires de la table N°. 6, & d'après les paragraphes 12 & 26, on eſt en état de déterminer le lieu du centre de gravité du Vaiſſeau par rapport à la longueur, ainſi que la quantité dont le Φ couple doit être porté à l'avant du milieu de la longueur. On ſuppoſe ici que les couples ſont perpendiculaires à la quille.

Si l'artillerie avoit été projettée autrement, ou bien que la batterie eût dû être plus baſſe ou plus haute, les proportions de la Frégate ne ſeroient plus les mêmes : au ſurplus, on doit obſerver que celles-ci ſont fort en uſage.

Pour faire mieux ſentir la différence de la forme entre les petits & les grands Bâtimens, conſtruits d'après les proportions que donnent les formules, on a tracé la *figure* 34 qu'on doit entendre de la maniere ſuivante :

Fig. 34. *A B C* eſt le Φ couple d'un Corſaire de 138 pieds $\frac{1}{4}$ de longueur, & de 35 pieds $\frac{1}{4}$ de largeur; *A D C* eſt le Φ couple d'un petit Corſaire ou bateau de 44 pieds $\frac{1}{4}$ de longueur, & de 13 pieds de largeur; *A C* eſt la ligne de flottaiſon, & ſuivant le rapport qu'il doit y avoir entre la longueur & la largeur, *E F G* ſera la ligne de flottaiſon du grand Corſaire, & *H F I* celle du petit. Ces élémens étant connus, il ne ſera pas difficile, avec quelque connoiſſance de la conſtruction, & un peu d'habitude de ce travail, de dreſſer des plans où, tout étant bien obſervé, on trouvera peu de différence avec ceux de mon *Architectura navalis*, puiſque les formules ont été calculées d'après ces plans; ou, pour mieux dire, ils ont ſervi, conjointement avec d'autres, à trouver ces différentes expreſſions.

Je ne prétends pas dire cependant qu'on doive toujours s'aſſujettir à ces proportions. Il ſe préſente différens cas qui peuvent exiger différens changemens: par exemple, pour naviguer dans les mers où la lame eſt courte & élevée, les Bâtimens, particuliérement les petits, doivent avoir plus de largeur par rapport à la longueur.

De même, les diverſes eſpeces de gréemens exigent des différences dans les proportions: pour le gréement en Goëlette, il faut que le Bâtiment ait une plus grande longueur relative, afin de pouvoir donner une juſte étendue aux voiles par rapport à la ſtabilité; le Yacht au contraire demande plus de largeur par rapport à la longueur.

Il y a des Corſaires qui ne peuvent trouver leur proie que fort au large; d'autres n'ont pas beſoin de s'écarter de la côte. Ces deux eſpeces doivent être approviſionnées différemment; l'une exige de plus grandes capacités que l'autre, quoiqu'ils puiſſent être de la même force, ce qui, de toute néceſſité, donnera des différences dans les dimenſions principales, regardant comme principe conſtant que le centre de gravité du Vaiſſeau avec ſa charge ſoit dans le plan de flottaiſon, & le métacentre de ſix pieds en-deſſus.

Pour ce qui regarde les emménagemens, on en pourroit voir en partie la diſtribution dans les plans de mon *Architectura navalis*; mais la grandeur des Bâtimens & le climat où ils doivent naviguer, influent pour beaucoup ſur la nature de ces emménagemens.

Les Bâtimens ſuffiſamment vaſtes & ſtables doivent avoir de larges

paſſavans pour y placer de la mouſqueterie, & ils doivent être bien baſtingués ſur les plats-bords.

Dans les climats chauds, les Bâtimens peuvent être plus ouverts, ſurtout, s'ils ne doivent pas être chargés d'expéditions de longue durée ; mais dans les climats froids, on doit avoir ſoin que les Equipages ſoient bien à l'abri : ainſi, dans les grands Vaiſſeaux Corſaires, en place de larges paſſavans, il conviendroit mieux de prolonger les gaillards, pratiquant dans le milieu des caillebotis pour le paſſage de la fumée pendant le combat. Ces caillebotis ſeroient ordinairement couverts avec des prélarts.

Il y a des Nations dont l'uſage eſt d'avoir leurs cables dans la cale, d'autres en entrepont ; ces deux manieres ont leurs avantages & leurs inconvénients. Il y a auſſi différens uſages pour les repas & les cuiſines ; qui cuit trois fois le jour, qui cuit ſeulement une : tout ceci demande, dans un Vaiſſeau, différens arrangemens, & ce qui eſt bien pour l'un, ne convient pas pour l'autre.

Ainſi, l'on voit qu'il faut être informé de toutes ces circonſtances avant de commencer ſon plan. Enſuite il faut du jugement, & une habitude de la choſe, pour diſpoſer tout ſuivant leſdites circonſtances, & procurer toutes les commodités poſſibles, principalement par rapport à la manœuvre.

CHAPITRE VIII.

Proportions des mâts & vergues pour les Vaiſſeaux marchands.

§ 29.

LEs mâts & vergues étant faits pour porter les voiles, il ſemble qu'on devroit, pour les Vaiſſeaux marchands, déterminer l'aire & le moment de la voilure, comme on le fait pour les Corſaires, afin de pouvoir y proportionner leſdits mâts & vergues. Quoique dans ces ſortes de Bâtimens le moment de ſtabilité ſoit très-variable, étant dans le cas de prendre différentes cargaiſons, on pourroit cependant ſuppoſer un point fixe pour centre de gravité du Vaiſſeau, & de ſa charge, d'après lequel on calculeroit le moment de la voilure, ce à quoi on trouve un acheminement dans les regles que nous avons données pour les proportions des Vaiſſeaux marchands; & dans les tables N°. 2, 3, 4 & 5 où la longueur des mâts eſt dans le rapport de la racine cubique des momens de ſtabilité. Mais avant de rien entreprendre ſur les proportions des mâts & vergues, il eſt bon d'obſerver les régles que l'on ſuit communément à cet égard, & d'en examiner les vraies raiſons, pour voir ſi l'on peut les regarder comme bonnes ou mauvaiſes.

Ordinairement la hauteur des mâts eſt proportionnée à la largeur des Bâtimens, & la longueur des vergues à la longueur deſdits Bâtimens; d'où il réſulte que les Vaiſſeaux de même longueur & de même largeur, mais de différente ſtabilité, ont la même étendue de voiles qui ſembleroit cependant devoir être proportionnée à cette ſtabilité. Néanmoins, quelque vraie que ſoit la regle, pour les Corſaires, qu'on doive proportionner les mâts & vergues d'après la ſtabilité, il peut y avoir différentes raiſons pour qu'elle ne puiſſe avoir lieu à l'égard des Bâtimens marchands.

Quand on conſidere que le poids des ancres d'un Bâtiment eſt proportionné à ſa longueur & à ſa largeur, ou au quarré de ſa largeur,

&

Fig. 30.

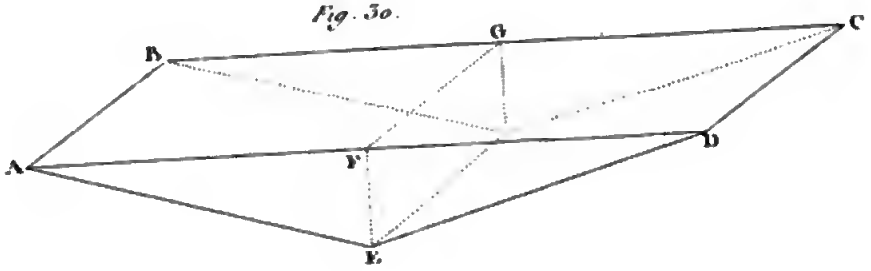


Fig 33.

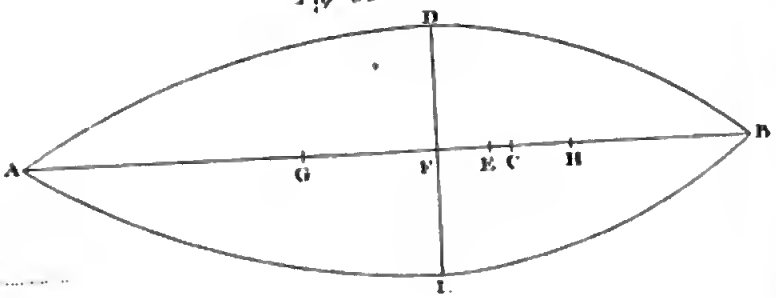


Fig 34.

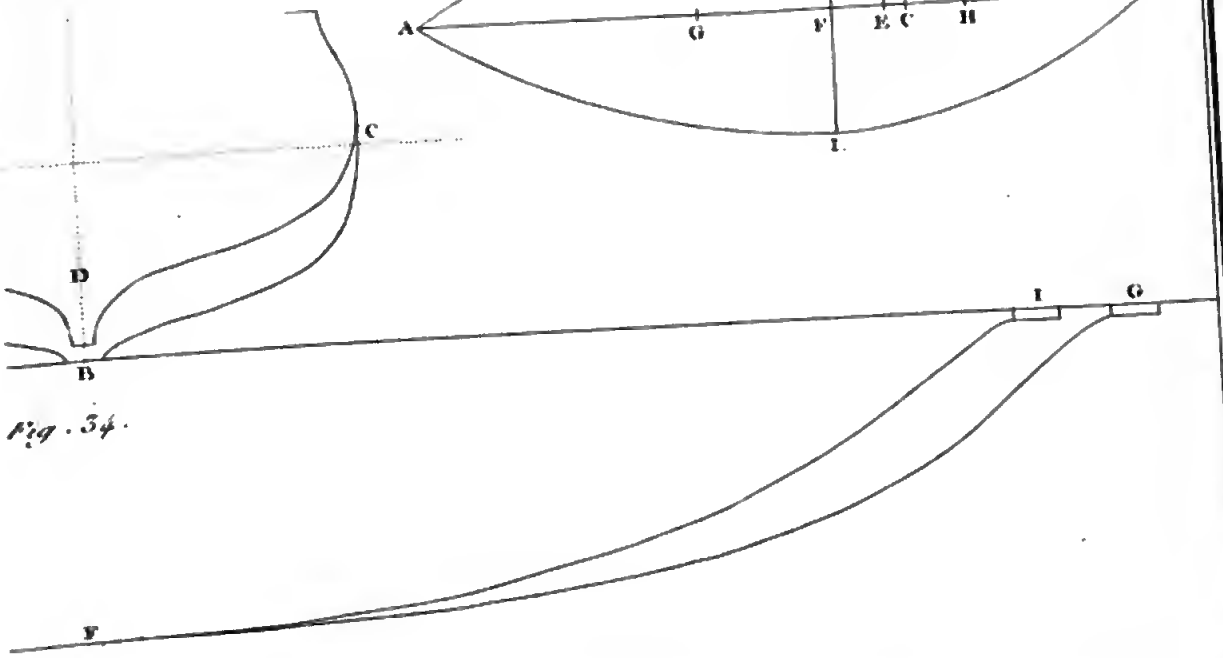
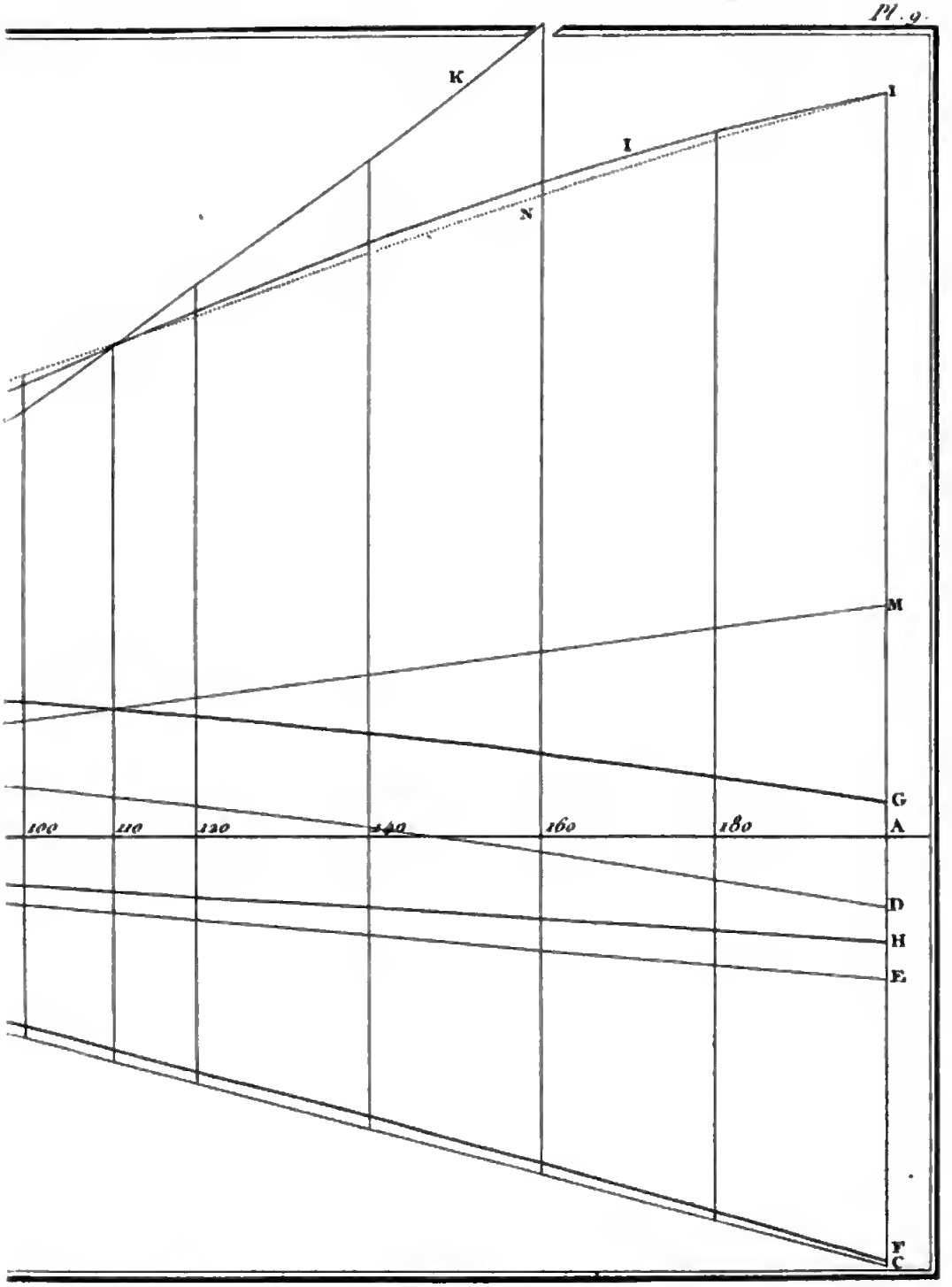


Fig. 34.



Digitized by Google

& que la manœuvre de virer les ancres exige un certain nombre d'hommes, de même que la manœuvre des voiles d'une certaine grandeur ; que les nombreux Equipages ſont fort diſpendieux, ce qui doit engager à la plus grande économie ſur ce ſujet ; que ces Equipages doivent être proportionnés à l'étendue des voiles comme au poids des ancres : on voit que le nombre d'Equipage doit ſervir de bornes à l'étendue des voiles.

Il eſt donc à propos d'employer, pour proportionner les mâts & vergues, le même principe que celui dont on ſe ſert pour les ancres, puiſque le nombre d'Equipage en dépend également.

Pour voir juſqu'à quel point les proportions ordinaires des mâts & vergues ſont bonnes : ſi deux Bâtimens de même longueur & de même largeur ont, ſuivant l'uſage, la même étendue de voilure, mais que l'un puiſſe mieux porter la voile que l'autre, on ne dira pas que celui-ci a trop ou celui-là trop peu de voiles, mais que le premier eſt plus ſtable que le ſecond. On devroit donc conclure qu'il vaudroit mieux refaire la voilure plus petite par rapport à la ſtabilité (conſervant d'ailleurs les proportions ordinaires), que d'augmenter l'Equipage pour pouvoir employer une plus grande voilure.

Cependant la voilure, ſuivant la proportion ordinaire, ſe trouvant trop grande par rapport à la ſtabilité, on aura plutôt l'attention de placer les parties de la charge de la peſanteur ſpécifique la plus conſidérable, plus bas, que de diminuer l'aire des voiles, ſur-tout ſi le nombre d'Equipage ne peut être diminué par rapport aux ancres.

D'ailleurs, ſuivant les différentes circonſtances, le même aire de voilure peut convenir autant au Vaiſſeau plus ſtable qu'à celui qui l'eſt moins : outre cela, la ſurface des voiles peut s'augmenter dans l'un au moyen des bonnettes & voiles d'étai, & ſe diminuer dans l'autre en y prenant des ris, ſuivant le tems qu'il fait.

On a donc toutes ſortes de raiſons de ſe conformer à l'expérience pour les proportions des mâts & vergues des Vaiſſeaux marchands.

Ainſi, le moment de ſtabilité ſuivant lequel les grands Bâtimens ont des mâts plus hauts, & les petits de plus bas que ſelon la regle uſitée, ne ſervira pas de fondement pour les proportions des mâts & vergues des Vaiſſeaux marchands.

§ 30.

Que les proportions des mâts & vergues ſoient donc fondées de la maniere ſuivante ſur la longueur & largeur des Bâtimens:

Comme la largeur des Vaiſſeaux a la plus grande influence ſur la ſtabilité (§ 5), les mâts majeurs & les mâts de hune doivent être proportionnés aux largeurs, d'où non-ſeulement la hauteur de chaque voile, mais encore la hauteur de leur centre de gravité commun ſeront en rapport deſdites largeurs; pour la largeur des voiles, ou, ce qui eſt la même choſe, la longueur des vergues, elle doit être proportionnée à la longueur du Bâtiment: de-là il réſulte que le moment de la voilure ſera comme le quarré de la largeur, multiplié par la longueur. Les petits Bâtimens auront donc un plus grand moment de voilure, par rapport à la ſtabilité, que les grands; ce qui ſe rapporte à ce qui a été dit, paragraphe 20, de l'aire de la voilure des petits Bâtimens: c'eſt même l'uſage de leur augmenter la hauteur des mâts majeurs, diminuant celle des mâts de hune: enſorte que, la hauteur du grand mât d'un Bâtiment de commerce à trois mâts, ſa largeur étant $= B$, ſera $= 3{,}23\ B^{\frac{11}{12}}$, & la hauteur du grand mât de hune, à compter de deſſus les barres, celle du grand mât étant $= L$, ſera $= \frac{L^{\frac{11}{10}}}{2{,}73}$ pour les Frégates, & $\frac{L^{\frac{11}{10}}}{2{,}84}$ pour les Barques. On peut voir quel eſt le rapport des mâts proportionnés, ſuivant cette méthode, aux mâts proportionnés d'après la ſtabilité, par la ligne BNN (*fig.* 32) qui détermine la hauteur des mâts dans le rapport de $B^{\frac{11}{12}}$

La longueur du beaupré en dehors de l'étrave eſt, pour les Frégates, 1,15 × la largeur du Bâtiment, &, pour les Barques, 1,1 × ladite largeur.

Il ne ſuffit pas d'avoir attention ſeulement de régler la hauteur des mâts & la longueur des vergues ſur la grandeur des Bâtimens; il faut auſſi qu'il s'y trouve un rapport tel que le Vaiſſeau ſoit bien gréé.

Pour que le Navire ſoit bien gréé, il faut, premiérement, que l'étai de miſaine & l'étai du grand mât de hune ſe trouvent en ligne droite, de même que le grand étai & celui du perroquet de fougue: l'étai de miſaine peut aboutir ſur le beaupré, entre le tiers & les

deux cinquiemes de ſa longueur, à partir du petit bout; deuxiemement, que les huniers & le perroquet de fougue ſoient de figures ſemblables, ou, au moins, que leurs côtés ſoient de même coupe; troiſiemement, que quand l'on voit le Bâtiment par l'une ou l'autre de ſes extrémités, les haubans & galaubans paroiſſent paralleles: ceci dépend en partie de la largeur des porte-haubans, qui doit être réglée de maniere à concourir à cet effet. Pour parvenir à ces fins, la longueur du ton du grand mât, à partir du deſſous des barres, qui eſt les $\frac{1}{16}$ de la longueur dudit mât, étant $= T$, le chouquet du mât de miſaine doit être plus bas que celui du grand mât d'une quantité $= 2{,}22 \times T^{\frac{1}{3}}$ pour les Frégates, & $= 2 \times T^{\frac{1}{4}}$ pour les Barques. Le chouquet du mât d'artimon doit être de niveau avec la grande hune.

Si l'on fait la longueur du grand mât de hune $= S$, la longueur du mât de perroquet de fougue ſera $= 1{,}3 \times S^{\frac{6}{7}}$ pour les Frégates, & $= 1{,}316 \times S^{\frac{6}{7}}$ pour les Barques, ſuppoſant la longueur de la flêche dans le rapport du ton du mât de hune; ſi elle doit être plus longue, il faut ajouter au mât cet excédent.

Le ton du mât d'artimon doit être les $\frac{1}{7}$, & celui du mât de miſaine les $\frac{9}{10}$ de celui du grand mât. La longueur du petit mât de hune doit être auſſi les $\frac{9}{10}$ de celle du grand; le ton de ces mâts $\frac{1}{9}$ ou $\frac{2}{17}$ de leur longueur. La longueur des mâts de perroquet juſqu'au capelage $= 0{,}54 \times$ la longueur du mât de hune. La longueur de la grande vergue $= 0{,}52 \times$ la longueur du Vaiſſeau de l'étrave à l'étambot pour les Frégates, & la vergue du grand hunier $= 0{,}79 \times$ par la longueur de la grande vergue: quant aux Barques, la longueur de tête en tête étant $= L$, la longueur de la grande vergue ſera $= 0{,}6 \times L^{\frac{20}{21}}$; & la longueur de la vergue du grand hunier ſera $= 0{,}81 \times$ par la longueur de la grande vergue. La vergue du grand perroquet $= 0{,}7 \times$ la longueur de la vergue du grand hunier. Toutes les vergues du mât de miſaine ſont les $\frac{9}{10}$ de celles du grand mât.

Le rapport de la vergue du perroquet de fougue à ſon mât, eſt égal au rapport de la vergue du grand hunier au grand mât de hune; la vergue ſeche $= 1{,}22 \times$ la longueur de la vergue du perroquet de fougue pour les Frégates, & $= 1{,}18 \times$ cette longueur

pour les Barques. La vergue de civadiere = la vergue du petit hunier ; la contre-civadiere = la vergue du petit perroquet.

Les bouts de vergue auront $\frac{1}{11}$ de leur longueur pour les baſſes vergues & celles des perroquets, mais $\frac{1}{7}$ pour les vergues de hune.

La diſtance du centre du mât de miſaine à la perpendiculaire de l'étrave ſera de $\frac{4}{11}$ de la longueur. Le centre du grand mât ſera de $\frac{1}{11}$ de la longueur en arriere du milieu du Bâtiment. La diſtance du centre du mât d'artimon à la perpendiculaire de l'étambot, ſera = 0,182 × par la longueur du Vaiſſeau.

Le grand mât doit avoir une inclinaiſon vers l'arriere d'un pied ſur trente ; le mât d'artimon une inclinaiſon double de celle du grand mât ; le mât de miſaine doit être à plomb ; l'élévation du beaupré, au-deſſus d'un plan horiſontal, doit être ſur une longueur de 7 pieds, de 4 pieds pour les Frégates, & de 3 pieds pour les Barques.

C'eſt d'après ces proportions que ſont calculés les mâts & vergues des tables 7 & 8 : il ſera cependant bon, avant de donner les dimenſions de la mâture, d'en faire un deſſein pour régler plus préciſément le rapport qui convient à la ſymétrie qui doit ſe trouver entr'eux.

§ 31.

Quant au diametre, l'expérience a appris que ſi l'on exprime les longueurs du grand mât, de la grande vergue, du grand mât de hune, par L, R, S pieds, le diametre du grand mât en pouce ſera $= \frac{L \times R^{\frac{1}{2}}}{13}$; celui du grand mât de hune ſera $= \frac{S^{\frac{11}{16}}}{4,68}$; le diametre du mât de miſaine ſera de $\frac{1}{10}$ moindre que celui du grand mât ; & le diametre du petit mât de hune de $\frac{1}{10}$ moindre que celui du grand mât de hune. Le diametre des mâts de perroquets = 0,3 × leur longueur juſqu'au capelage.

Le diametre du beaupré ſera un moyen entre celui du grand mât & celui de miſaine ; le diametre de ſon bout-dehors ſera les $\frac{2}{4}$ de celui du grand mât de hune. Le diametre du mât d'artimon les deux tiers de celui du grand mât ; & le diametre du perroquet de fougue les $\frac{1}{3}$ de celui du grand mât de hune.

Le diametre de la grande vergue & de celle de miſaine en pouces

= 0,25 × la longueur de l'envergure ; celui des vergues de hune = 0,23 × auſſi par la longueur de l'envergure ; celui des vergues de perroquet = $\frac{1}{6}$ de leur longueur. Le diametre de la vergue de contre-civadiere = celui de la vergue du grand perroquet. Le diametre de la corne d'artimon eſt d'un pouce par quatre pieds de ſa longueur. Les bouts-dehors de bonnettes auront deux pieds de plus de longueur que la demi-envergure, & leur diametre en pouce eſt $\frac{1}{7}$ ou $\frac{1}{6}$ de leur longueur en pied.

L'épaiſſeur des longis en pouces eſt le quart de la hauteur du mât de hune en pied moins demi-pouce ; l'épaiſſeur de ceux de miſaine $\frac{1}{11}$, & de ceux d'artimon $\frac{1}{7}$ de moins que ceux du grand mât ; l'épaiſſeur des barres de perroquet eſt des $\frac{1}{7}$ des longis des hunes reſpectives. La largeur deſdits longis ou maîtreſſes barres eſt les $\frac{1}{7}$ ou les $\frac{1}{8}$ de leur hauteur ou épaiſſeur.

L'épaiſſeur des chouquets eſt des $\frac{4}{7}$ du diametre des mâts de hune.

La longueur des hunes eſt à peu-près le quart, & leur largeur à peu-près le tiers de la longueur des mâts de hune.

Comme les mâts & vergues vont en diminuant vers leurs extrémités, il ne ſuffit pas d'avoir leur plus grand diametre, il faut auſſi connoître quelle eſt la progreſſion ſuivant laquelle ils diminuent, afin de leur donner la forme qui, d'après l'expérience, leur procure une force ſuffiſante pour ſoutenir les efforts auxquels ils ſont expoſés. La diſtance entre le plus grand & le moindre diametre ſe partage en quatre parties ; le diametre à chacune de ces diviſions doit être comme il ſuit :

On trouve les mâts majeurs d'une bonne proportion quand ils ont, à la hauteur des barres, le diametre d'un huitieme moindre qu'au pont. Ainſi, le diametre au pont étant 128, à la premiere Diviſion il ſera 127, à la ſeconde 124, à la troiſieme 119, & à la quatrieme 112. L'épaiſſeur en dedans des barres ſera des $\frac{4}{7}$, & en haut, au ton, des $\frac{1}{8}$ du diametre au pont.

Les mâts de hune ont $\frac{1}{7}$ de moins de diametre deſſous les croiſettes que dans les grands chouquets. Ainſi, le diametre au chouquet étant 80, à la premiere diviſion il ſera 79, à la ſeconde 76, à la troiſieme 71, & à la quatrieme, en-deſſous des croiſettes, 64. L'épaiſſeur en dedans des croiſettes & en haut du ton, ſera des $\frac{1}{9}$ du diametre dans le chouquet.

Digitized by Google

Si le grand diametre des baſſes vergues & des vergues de hune eſt 27, à la premiere diviſion il ſera 26, à la ſeconde 23, à la troiſieme 18, au bout, onze.

Si le grand diametre des vergues de perroquet eſt 32, à la premiere diviſion il ſera 31, à la ſeconde 28, à la troiſieme 23, au bout, ſeize.

Le beaupré n'a ordinairement de diametre au bout que la moitié de celui qu'il a aux liures; ſi le diametre aux liures eſt 60, à la premiere diviſion il ſera 59, à la ſeconde 55, à la troiſieme 46, à la quatrieme trente.

§ 32.

Quant aux Brigantins & aux Senaus, ils ont le mât de miſaine & dépendances, ainſi que le beaupré, dans les mêmes proportions que les Frégates. Mais la hauteur du grand mât du Brigantin doit être telle que ſa hune ſe trouve au niveau du chouquet du mât de miſaine; le ton du grand mât eſt égal au ton du mât de miſaine. Les mâts de hune, baſſes vergues & vergues de hune, ſont auſſi égaux.

Et pour les Senaus, le grand mât eſt moyen entre ceux d'une Frégate & d'un Brigantin, de même que le grand mât de hune; mais la grande vergue & celle du grand hunier ſont des mêmes dimenſions que celles des Frégates.

La longueur du grand mât des Gouelettes & Galeaſſes, juſqu'au capelage, doit être de trois fois la largeur de ces Bâtimens; & pour les Houcre-Yachts, c'eſt tout le grand mât qui doit en avoir trois fois la largeur.

Les proportions pour les autres mâts & vergues, de même que pour tous ceux des petits Bâtimens, ſe trouveront dans les deſſeins de la planche LXII *. Les vergues y ont leur demi-longueur.

* *Architectura navalis.*

Les Vaiſſeaux de la Compagnie des Indes orientales ont la longueur du grand mât = 2,43 × leur largeur; la longueur du grand mât de hune = 0,586 × par celle du grand mât; la longueur de la grande vergue = 0,54 × la longueur de l'étrave à l'étambot; la vergue du grand perroquet 0,7 × par la vergue de hune; le mât du perroquet de fougue, les trois quarts du petit mât de hune.

Le chouquet du mât de miſaine eſt des $\frac{2}{7}$ de la longueur du ton

Digitized by Google

du grand mât plus bas que le chouquet de ce grand mât ; le haut du mât d'artimon eſt au niveau de la grande hune. Les autres mâts ou vergues ſont proportionnés comme ceux des Vaiſſeaux marchands frégatés.

Pour les Corſaires, on proportionne d'abord les mâts & vergues comme pour les Vaiſſeaux de la Compagnie des Indes, après quoi on en fait le deſſein où on fait entrer le gréement & la voilure ; enfin, on en compare le moment à celui de la ſtabilité, paragraphe 20, & on opere comme il eſt enſeigné dans le paragraphe 22, ce qui donnera les mâts & vergues qui conviennent au moment de la voilure.

CHAPITRE IX.

De différens objets qui appartiennent à la partie pratique de la Conſtruction.

§ 33.

De l'échantillon des pieces pour la Conſtruction d'un Bâtiment.

L'Art de proportionner les pieces qui doivent entrer dans la conſtruction d'un Vaiſſeau, dépend abſolument de la pratique.

Un Bâtiment deſtiné à être chargé de fer, de ſel ou d'autres denrées d'une peſanteur ſpécifique conſidérable, propres à faire beaucoup travailler le Navire à la mer, ou dont les efforts dans le chargement pourroient tendre à faire larguer quelques pieces, doit être plus ſolidement conſtruit qu'un Vaiſſeau dont la cargaiſon doive être de marchândiſes légeres, comme des billons de ſap, des planches, &c. La différence de la qualité des bois néceſſite auſſi des différences d'échantillon pour obtenir la même ſolidité.

La ſolidité d'un Bâtiment ne dépend pas ſeulement de la force de l'échantillon des bois : elle doit encore beaucoup au ſoin que l'on prend de bien écarver, tant les pieces des membrures que les bordages, de bien lier toutes les parties de la conſtruction, & d'établir comme il faut chaque piece en leur place reſpective.

Quant à ce qui concerne l'échantillon des pieces pour la conſtruction des Corſaires, l'objet de ces Bâtimens n'étant que de ſervir pendant la guerre, il ne faut pas les conſtruire plus forts qu'il n'eſt néceſſaire pour leur durée pendant le tems qu'on préſume qu'on pourra en avoir beſoin : c'eſt pourquoi on leur donnera le moins d'échantillon qu'il ſera poſſible, afin d'en économiſer la dépenſe ; ce qui aura encore l'avantage que la coque en déplacera moins,

&

& que les fonds en ſeront plus élaſtiques, ce qui donne de la marche *.

C'eſt donc à un habile homme de pratique à ſe conduire ſuivant les circonſtances.

Cependant l'échantillon des pieces que l'on trouve dans les états ci-après, eſt tel que l'on peut s'en ſervir pour tous les Bâtimens qui doivent être conſtruits en chêne.

---

* Plus un Vaiſſeau eſt fort d'échantillon, mieux il eſt lié, & plus il approche de la propriété des corps durs, de reſſentir tout l'effet du choc dans un inſtant indiviſible; plus, par conſéquent, la mer qui ſe briſe ſans ceſſe ſur la proue, particulierement au plus près du vent, a d'effet pour ralentir la marche du Bâtiment. Les Marins qui, ſe trouvant dans le cas de prendre chaſſe & au moment d'être joints, ont fait ſcier leur plat-bord, & employé d'autres moyens de délier leur Vaiſſeau, n'ont par conſéquent pas, ce me ſemble, tenu une conduite ſi ridicule que le prétend quelque Géometre célebre.

Des haubans & étais trop tenus, font auſſi le même effet de diminuer l'élaſticité de l'enſemble du Vaiſſeau, & c'eſt peut-être ſouvent à cette cauſe que l'on doit la diverſité de marche qui eſt quelquefois remarquée dans le même Bâtiment; ſes effets peuvent ſe faire reſſentir, quoiqu'on n'ait pas touché à ces manœuvres, parce que ſi elles ont été ridées de tems ſec, & qu'il ſurvienne des brouillards ou de la pluie, elles deviennent bientôt dures comme une pince, & il n'y auroit peut-être pas de mal, dans un cas preſſant, de leur donner tant ſoit peu de mou.

Echantillons des bois pour la conſtruction (en chêne) d'un Bâtiment marchand.

Longueur de l'étrave à l'étambot.	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50
Largeur en dehors des membres.	42	39 1/4	37 1/2	35 1/4	33	30 3/4	28 1/2	26 1/4	24	21 1/2	19	16 1/2
	39 1/4	37 1/4	35 1/2	33 1/4	31 1/4	29 1/4	27	24 3/4	22 1/2	20 1/4	18	15 1/2
Largeur de la quille ſur le droit.	18	17 1/4	16 1/2	15 1/2	14 1/2	13 1/2	12 1/2	11 1/2	10 1/2	9 1/2	8	6
Varangue de fond ſur le droit.	14	13 1/4	12 1/2	11 3/4	11	10 1/4	9 1/2	8 3/4	8	7 1/4	6 1/2	5 1/2
Genoux & allonges *idem*.	13	12 1/2	12	11 1/4	10 1/2	9 3/4	9	8 1/4	7 1/2	6 1/2	5 1/2	5
Bout d'allonges *idem*.	12	11 3/4	11 1/4	10 3/4	10	9 1/4	8 1/2	7 3/4	7	6	5 1/4	5
Les mêmes pieces ſur le tour. aux vaig. d'emp	12 3/4	12	11 1/2	10 3/4	10	9 1/4	8 1/2	7 3/4	7	6	5	4 1/4
à la prem. préc.	10 3/4	10 1/2	9 1/2	8 7/8	8 1/4	7 1/2	6 7/8	6 1/8	5 1/2	4 7/8	4 1/4	3 1/2
au plat-bord.	5 1/2	5 1/4	5	4 3/4	4 1/2	4 1/4	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4
Epaiſſeur de la premiere préceint.	7 1/4	7 1/8	7	6 1/2	6	5 1/2	5	4 1/2	4	3 1/2	3 1/4	2 3/4
Epaiſſeur des bordages du fond.	4 1/4	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4	2 1/2	2 1/2	2	2	1 1/2
Epaiſſeur de la ſeconde préceinte.	5 3/4	5 1/2	5	4 5/8	4 1/4	3 7/8	3 1/2	3 1/4	3			
Id. du rempliſſ. entre les préceint.	3 1/4	3 1/8	3 1/2	3 1/8	3 1/4	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 3/8	2	1 1/2
Id. du bord. entre la 2e. préc. & le plat-b.	3	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 1/2	2 3/8	2 1/4	2 1/8	2	1 3/4	1 1/4
Equarriſſage de la carlingue.	17	16 1/2	15 3/4	15	14	13	12	11 1/4	10 1/4	9 1/2	8	6
Entaille de la carlingue.	6	5 3/4	5 5/8	5	4 5/8	4 1/2	3 7/8	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4	2 1/4
Epaiſſeur du vaigrage.	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4	2 5/8	2 1/2	2 3/8	2 1/4	1 7/8	1 1/2
Id. des bauq. ou ſerre des baux du 1er. pont.	7	6 5/8	6 1/4	5 7/8	5 1/2	5 1/8	4 3/4	4 3/8	4	3 5/8	3 1/4	2 3/4
Baux du 1er. pont. ſur le tour.	18	17	16	15	14	12 3/4	11 1/4	10	9	8	7	5 1/2
ſur le droit.	19	18	17	16	15	13 3/4	12 1/4	11	10	9	8	6
Courb., au coll. ce qu'elles peuv. fourn., dim. juſqu'a.	11 1/2	10 3/4	10	9 1/4	8 1/2	7 7/8	7 1/4	6 5/8	6	5 3/8	4 3/4	4
Traverſins.	5 3/4	5 3/8	5 1/8	4 3/4	4 3/8	4	3 5/8	3 1/4	3	2 3/4	2 3/4	2 1/2
Barrotins ſur le tour.	5	4 3/4	4 5/8	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4	2 1/2	2 1/4	2
Epaiſſeur des hiloires.	6	5 1/4	5 1/2	5 1/4	5	4 3/4	4 1/2	4 1/4	4	3 3/4	3 1/2	2
Epaiſſeur des bordages du pont.	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 1/2	2 1/4	2	1 1/2
Epaiſſeur des ſerres-goutieres.	5 3/4	5 1/2	5	4 5/8	4 3/8	4 1/8	3 7/8	3 5/8	3 3/8	3 1/8	2 3/4	1 3/4
Bauq. ou ſerre des baux du pont ſu.	5 3/4	5 1/4	5	4 3/4	4 1/4	4 1/8	3 7/8	3 5/8	3 1/4	3	2 3/4	1 3/4
Baux de ce pont ſur le tour.	12 1/2	11 1/2	10 3/4	10 1/8	9 1/2	8 7/8	8 1/4	7 1/2	6 7/8	6	5	4
ſur le droit.	13	12 1/8	11 3/4	11	10 1/2	10	9 1/4	8 1/2	7 3/4	7	6	5
Courbes, diminuant juſqu'à.	8	7 1/2	7	6 1/8	6	5 1/2	5	4 5/8	4 1/4	4	3 3/4	3 1/4
Traverſins.	4	4	3 7/8	3 3/4	3 5/8	3 1/2	3 1/4	3 1/8	2 7/8	2 3/4	2 1/2	2
Barrotins ſur le tour.	3 1/4	3 1/4	3 1/8	3	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 1/2	2 1/4	2	1 1/2
Bordages du pont.	3 1/8	3 1/4	3 1/8	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 1/2	2 1/4	2	1 3/4	1 1/2
Serre-goutiere.	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 7/8	2 3/4	2 1/2	2 1/2	2 1/4	2	1 3/4
Bauq. ou ſerre des barrots des gail.	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3 1/8	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 3/8	2 1/8	1 7/8
Barrots ſur le tour.	8 3/4	8	7 1/4	6 7/8	6 1/2	6 1/8	5 3/4	5 1/4	4 3/4	4 1/4	3 5/8	3
Courbes diminuant juſqu'à.	6 1/2	6	5 1/2	5 1/4	4 3/4	4 3/8	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 1/4
Bordages des gaillards.	3	2 7/8	2 3/4	2 1/2	2 1/4	2	2	2	2	1 3/4	1 3/4	1 1/2
Barre du pont.	10	9 1/2	9	8 1/2	8	7 1/2	7	6 1/2	6	5 1/2	5	4
Tête du gouver. ſuivant la largeur.	23	21 7/8	20 3/4	19 5/8	18 1/2	17 3/8	15 7/8	14 1/8	14	12	11	8
Barre du gouvernail *idem*.	10 1/2	10	9 1/4	8 1/2	8	7 1/2	7	6 1/2	6	5 1/2	5	4
Epaiſſeur au talon.	9	8 1/2	8 1/4	7 3/4	7 1/4	6 3/4	6 1/4	5 3/4	5 1/4	4 7/8	4 1/2	3

Digitized by Google

L'extrémité de l'avant de la quille $\frac{1}{12}$, & l'extrémité de l'arriere $\frac{1}{6}$ de l'épaiſſeur au milieu. L'épaiſſeur de l'étambot, près de la barre d'arcaſſe, & l'épaiſſeur de l'étrave à la préceinte, ſont égales à celle du milieu de la quille, mais l'extrémité d'en haut de l'étrave eſt $\frac{1}{6}$ de plus.

Proportions de l'échantillon des bois pour les Bâtimens Corſaires.

Longueur de tête en tête.	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50
Largeur.	41	38	36	34	32	29	27	25	22	19	17	15
Largeur de la quille ſur le droit.	15 1/2	14 3/4	14 1/8	13 1/4	12 1/2	11 3/4	11	10	9	8	7	5 1/2
Largeur de l'étambot à la barre d'arcaſſe *idem*.	16	15 1/2	15	14 1/4	13 1/2	12 1/2	11 3/4	10 1/2	9 1/4	8	7	5 1/2
Larg. de l'étrave à la préceinte *id.*	15 1/2	14 3/4	14 1/8	13 1/4	12 1/2	11 3/4	11	10	9	8	7	5 1/2
Extrémité du haut de l'étrave *idem.*	21	20	19	18	16 1/8	15 1/4	14 3/4	13 3/4	12 1/2	11 1/4	9 1/8	7
Varangues & genoux ſur le droit.	11 1/4	10 1/2	10	9 1/2	9	8 1/2	7 7/8	7 1/4	6 5/8	6	5 1/2	5
Les autres pieces de membrure. .	10 3/4	10	9 1/2	9	8 1/2	8	7 3/8	6 3/4	6 1/8	5 1/2	5	4 1/2
Sur le tour { aux vaig. d'empature.	11	10 1/4	9 1/2	8 3/4	8	7 3/8	6 3/4	6 1/8	5 1/2	5	4 1/8	4
Sur le tour { à la hauteur du pont.	9	8	7 1/4	6 1/2	5 3/4	5 1/8	4 3/8	4 1/8	3 1/2	3 1/8	3 1/8	3
Sur le tour { au plat-bord.	5	4 3/4	4 1/2	4 1/8	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 7/8	2 1/4	2 1/8
Epaiſſeur de la préceinte.	7	6 5/8	6 1/4	5 7/8	5 1/2	5	4 1/2	4 1/4	3 7/8	3 1/2	3 1/4	2 1/2
Idem de bordages de fond.	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4	2 1/2	2 1/2	2 1/8	2 1/4	2	1 1/2
Ep. des bord. { au-deſſus de la préc.	3 1/2	3 1/4	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 1/2	2 1/8	2 1/4	2 1/8	1 7/8	1 3/8
Ep. des bord. { vers la liſſe du plat-b.	3	2 3/4	2 1/2	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2	1 7/8	1 3/4	1 3/8	1 1/8	1 1/8
Entaille dans la carlingue.	5	4 3/4	4 3/8	4	3 3/4	3 3/8	3 1/4	3	2 7/8	2 1/2	2	1 3/4
Baux du faux pont.	9 1/2	8 3/4	8 1/4	7 3/4	7 1/4	6 3/4	6 1/2					
Bordages du faux pont.	3	2 7/8	2 3/4	2 5/8	2 1/2	2 3/8	2 1/4	2 1/8	2	1 7/8	1 3/4	1 1/4
Serre des baux du premier pont. .	6	5 3/8	5 1/4	4 7/8	4 1/2	4 1/8	3 3/4	3 3/8	3	2 3/4	2 1/2	2
Baux du pont { ſur le tour.	14	13	12	11	10	9	8 1/8	7 1/2	6 3/4	6	5	4
Baux du pont { ſur le droit.	16	15	14	13	11 1/4	10 1/2	9 3/4	9	8 1/4	7 1/2	6 1/4	5
Courbes du pont.	9 3/4	8 3/4	7 3/4	6 7/8	6 1/4	5 3/4	5 1/4	4 7/8	4 1/2	4	3 1/4	2 3/4
Serres-goutieres.	4 3/4	4 3/8	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 3/4	2 1/2	2 1/4	2	1 1/2
Serres des barrots des gaillards. .	4	3 3/4	3 1/2	3 1/4	3	2 7/8	2 3/4	2 3/8	2 1/2	2 1/4	2	1 1/2
Barrots des gaillards ſur le tour. .	8 1/2	7 7/8	7 1/4	6 5/8	6	5	5	4 1/4	4 1/4	4	3 1/2	3
Courbes des gaillards.	6	5 1/2	5	4 5/8	4 1/4	4	3 3/4	3 1/4	3 1/4	3 1/8	3	2 1/2
Barrots de la dun. { ſur le tour. . .	5											
Barrots de la dun. { ſur le droit. . .	7											
Serres-goutieres ſur les gaillards. .	3	2 3/4	2 1/2	2 1/4	2							
La tête du gouv. ſuiv. la larg. du V.	20	19 1/2	18 3/4	17 3/4	16 1/2	15 3/4	14 3/4	13 3/4	12	11	9 1/4	7
La barre du gouvernail.	10	9 3/4	9 1/4	8 1/2	7 7/8	7 1/4	6 1/2	5 7/8	5 3/8	4 3/4	4 1/4	3 1/2
Equarriſſage des bites.	17	16	15	12 1/2	11 1/2	10 1/4	9	8	7 1/2	7	6 1/2	5

On n'a pas porté ici toutes les pieces qui entrent dans la conſtruction d'un Vaiſſeau, parce que les perſonnes qui entendent cette partie, ſauront ſe régler ſuivant les circonſtances pour les proportions de celles qui y manquent, eu égard & à la bonté de l'exécution & en même tems à la peſanteur où doit être bornée la coque du Navire. Je vais, par rapport à cette derniere circonſtance, donner une méthode de ſe procurer la cubature des pieces de différentes formes.

§ 34.

La maniere ordinaire de cuber les pieces peut être aſſez exacte lorſqu'il n'eſt queſtion que de vendre ou d'acheter; mais lorſqu'il s'agit de déduire la peſanteur des pieces, de la cubature, il faut s'en procurer la vraie ſolidité; ce à quoi ſuffiront les deux formules ſuivantes. La premiere ſe trouve dans (*Simpſons flux. tom. 1, art. 154.*)

Fig. 35. Pour cette premiere: ſoit $AEGB$ (*Fig. 35.*) un ſolide dont les quatre faces AH, AF, CH, CF ſoient des plans, & ſes baſes $ADCB$, $EFGH$ des rectangles paralleles entr'eux.

Que la diſtance entre les deux baſes priſe ſur une perpendiculaire $= a$; alors la ſolidité du corps ſera $= \left(AB \times AD + EH \times EF + (AB + EH) \times (AD + EF) \right) \times \frac{1}{6} a$. Si $EF = 0$, le corps ſera un coin dont une des extrémités ſera plus courte que l'autre, & ſa ſolidité ſera $= (2AB + EH) \times AD \times \frac{1}{6} a$: mais ſi $EF = EH$ & $AD = AB$, d'où le corps ſera une pyramide tronquée, la ſolidité en ſera $= (AB^2 + AB \times EH + EH^2) \times \frac{1}{3} a$; & enfin, ſi EH dans cette derniere expreſſion $= 0$, le corps ſera une pyramide dont la ſolidité ſera $= AB^2 \times \frac{1}{3} a$.

Par exemple, ſoit $AB = 18$ pouces, $AD = 12$ pouces, $EH = 10$ pouces, $EF = 8$ pouces, la hauteur $a = 20$ pieds; la ſolidité ſera $\left(18 \times 12 + 10 \times 8 + (18 + 10) \times (12 + 8) \right) \times \frac{1}{6} \times 20 = 2853{,}33$: mais comme la largeur & l'épaiſſeur ſont en pouces, il faut diviſer cette quantité par 144, & la ſolidité ſera $= 19{,}814$ pieds cubiques.

Fig. 36. Pour la ſeconde formule: ſoit $FACDE$ (*Figure 36*) un corps rond engendré par la révolution de la courbe ABC ſur HG comme axe: que la courbe génératrice ABC ſoit une parabole qui ait ſon

ſommet en C; ſoit AI une ordonnée parallele à l'axe GH & CI l'abſciſſe de cette ordonnée, IK ſa ſous-tangente; ſoit $IK : IC :: m : n$, & le parametre $= 1$; alors l'équation de cette parabole * ſera $(CI)^n = (AI)^m$: ſoit enfin la longueur $GH = a$, le diametre $CE = b$, & le diametre $AF = c$.

Le rapport du quarré du diametre du cercle à la ſurface dudit cercle, étant à peu près comme 14 à 11, la ſolidité de ce corps pourra s'exprimer par $\frac{11}{14} a \times \frac{(m+n) \times nc^2 + 2mnbc + 2m^2b^2}{(m+n) \times n + 2mn + 2m^2}$. Si ABC eſt une parabole du ſecond degré, alors $m = 2$, $n = 1$, & la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{3c^2 + 4bc + 8b^2}{15}$; & ſi $c = 0$, la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{8}{15} b^2$.

Si ABC eſt une parabole cubique de la premiere eſpece, alors $m = 3$, $n = 1$, & la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{4c^2 + 6bc + 18b^2}{28}$; & quand $c = 0$, la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{9}{14} b^2$.

Si ABC eſt une parabole cubique de la deuxieme eſpece, alors $m = 3$, $n = 2$, & la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{10c^2 + 12bc + 18b^2}{40}$, & quand $c = 0$, la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{9b^2}{20}$.

Si ABC eſt une ligne droite, alors le corps eſt un cône tronqué, & $m : n :: 1 : 1$; la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{c^2 + bc + b^2}{3}$; & enfin, ſi $c = 0$, le corps ſera un cône entier dont la ſolidité ſera $= \frac{11}{14} a \times \frac{b^2}{3}$

Par exemple: on demande la ſolidité d'une vergue qui a 68 pieds de longueur, 17 pouces de diametre au milieu, & 7 pouces de diametre aux extrémités. Alors $a = 68$, $b = 17$, & $c = 7$: ſi la courbe génératrice dont la révolution forme cette vergue, eſt une parabole du ſecond degré, on aura ſa ſolidité $= \frac{11}{14} a \times \frac{3c^2 + 4bc + 8b^2}{15}$ $= \frac{11}{14} \times 68 \times \frac{3 \times 7^2 + 4 \times 17 \times 7 + 8 \times 17^2}{15} = 10454$: mais les diametres 17 & 7 étant exprimés en pouces, il faudra diviſer cette quantité par 144, & on aura, pour la ſolidité de la vergue, $72\frac{6}{10}$ pieds cubiques.

---

* Du degré m.

Connoiſſant la peſanteur d'un pied cubique du bois dont eſt faite la vergue, on en aura aiſément la peſanteur totale ; par exemple, ſi un pied cubique de ce bois peſe 40 livres, multipliant cette quantité par 72,6, le produit ſera 2904 livres = 9 Skiponds poids de fer ; & ſi on diviſe 2904 par 63, on aura la peſanteur de 46 pieds cubiques d'eau de mer.

Cette formule de la ſolidité d'un corps rond peut ſervir à jauger une barique, quand la courbe eſt quelqu'une des lignes paraboliques. On opere de la maniere ſuivante :

On meſure le diametre de la barique au milieu, ainſi qu'aux extrémités, de dedans en dedans ; $CE = b$, $AF = c$; la moitié de la différence de ces deux quantités $= n$.

Pour connoître la puiſſance & l'eſpece de la parabole qu'on doit employer dans le calcul, on prend une regle bien dreſſée qu'on poſe ſur une de ſes extrémités, de maniere qu'elle ſoit tangante à ce point, comme AK en A.

Du point C milieu de la barique, on prend la longueur CK ſur une ligne perpendiculaire à l'axe (on ſuppoſe les douvelles également épaiſſes par-tout) ; CK ajouté à n donnera m. Prenez encore la longueur de la barique (a) de dedans en dedans.

Par exemple : $a = 4{,}04$ pieds ; $b = 3{,}4$ pieds ; $c = 2{,}6$ pieds : ainſi, $\frac{b-c}{2} = 0{,}4 = n$. Que la diſtance CK de la barique à la regle $AK = 0{,}15$; alors $0{,}4 + 0{,}15 + 0{,}55 = m$.

La contenance de la barique ſera donc, ſuivant la formule,

$$= \tfrac{11}{14} \times 4{,}04 \times \frac{0{,}95 \times 0{,}4 \times (2{,}6)^2 + 2 \times 0{,}22 \times 8{,}84 + 2 \times 0{,}3025 \times (3{,}4)^2}{0{,}95 \times 0{,}4 + 2 \times 0{,}22 + 2 \times 0{,}3025}$$

$$= \tfrac{11}{14} \times 4{,}04 \times \tfrac{13{,}452}{1{,}425} = \tfrac{11}{14} \times 4{,}04 \times 9{,}44 = 30 \text{ pieds cubiques ou } 300 \text{ kanes.}$$

On peut auſſi, au moyen de cette formule, trouver la longueur & les diametres de toutes ſortes de futailles pour une contenance donnée.

Par exemple, on veut ſavoir de quelle dimenſion doit être une piece qui doit cuber 33 pieds, ou contenir 330 kanes.

Soit la longueur $= a$; le grand diametre $= b$; ceux des extrémités $= c$; que ces dimenſions intérieures ſoient comme 6 : 5 : 4 : alors $b = \frac{5}{6} a$, & $c = \frac{4}{6} a$; & ſi la courbure des douvelles forme

une parabole cubique de la ſeconde eſpece, m ſera $= 3$, & $n = 2$. Ainſi, $\frac{11}{14} a^3 \times \frac{10 \times \frac{15}{16} + 12 \times \frac{20}{16} + 18 \times \frac{25}{16}}{10 + 12 + 18} = 33$: De-là $a^3 = \frac{33 \times 14 \times 36 \times (10 + 12 + 18)}{11 \times (10 \times 16 + 12 \times 20 + 18 \times 25)}$ $= \frac{665280}{9350} = 70,83$; & enfin $a = 4,123$, d'où $b = 3,436$, & $c = 2,749$ pieds.

§ 35.

Du tracé des plans en grand, d'après lequel on fait les gabarits.

Prenons pour exemple le Corſaire (*fig.* 45 & 51). Pour l'exécution, on trace : de l'avant entre les couples *P*, *S*, *W* & l'étrave, d'autres couples *U* & *R* (*fig.* 37) ; & de l'arriere entre les couples 21, 24 & l'étambot, ceux 26, 25 & 23 : (*voyez planc.* 10 *fig.* 37) où, pour plus de clarté, le plan eſt fait ſur une plus grande échelle. *Fig.* 37.

Un Bâtiment qui a aſſez peu d'acculement de varangue pour lui permettre d'échouer dans les lieux de marées, doit avoir aſſez de longueur de varangue pour que, portant ſur terre, l'extrémité de ladite varangue qui touche, dépaſſe au moins d'un pied vers ſon empature, le point de contact.

Mais comme un Vaiſſeau auſſi fin que celui dont il eſt ici queſtion, ne pourroit échouer, on a la liberté de faire la varangue auſſi courte qu'on le déſire.

C'eſt pourquoi, ſi les bois pour la conſtruction du Vaiſſeau ſont ſur les lieux, on doit reconnoître leur forme & leur longueur, pour d'après cela, marquer ſur le plan les endroits où les différentes pieces devront s'écarver, comme en I, II, III. La varangue ſera *I B B I*; les genoux iront de *B* en II ; les premieres allonges de I en III; les ſecondes de II en *C* ; les bouts d'allonges de III en *C*.

De cette maniere chaque couple ſera compoſée d'une varangue, de deux genoux, de quatre allonges, & de deux bouts d'allonges : mais ſi les bois n'ont pas la longueur que l'on ſuppoſe ici, il faudra changer les diviſions, diminuant les empatures, de façon qu'il y aura une allonge de plus de chaque côté. Cependant on ne pourroit employer des bois ſi courts, qu'ils ne puiſſent fournir, pour les Vaiſſeaux de cette grandeur, ſix pieds d'empature du genou ſur la varangue, & quatre pieds un quart aux autres pieces.

Quand tous les écarts ſont ainſi marqués, on trace ſur le plan les lignes 1, 2, 3, 4, 5, 6 & 7 à peu près ſelon la direction que doivent prendre les bordages: ces lignes ſont la projection des liſſes qui ſont clouées d'après leſdites lignes, lorſque tous les couples de levée ſont établis ſur la quille.

Pour avoir le contour des allonges, on trace une liſſe entre celles du fort & du plat-bord; elle eſt marquée, tant dans le plan vertical que dans celui d'élévation, par 8 (*fig.* 37). La ligne 9 marque les hauteurs de la liſſe du fort, 10 celles de la liſſe du plat-bord, 11 celles des liſſes de rabattue. Toutes ces opérations faites, on prend les différentes diſtances dont on forme un devis, tel qu'on le voit ci-après (*fig.* 37, 45 & 51).

Diſtribution des couples.

	Pied	Pou.	⅛
De la perpendiculaire de l'étambot au. . 26.	2	4	4
Du 26 au 25.	1	3	2
Du 25 au 24.	2	6	3
Du 24 au 23.	3	1	2
Du 23 au 21.	3	1	2
Du 21 au 18.	6	2	4
Du 18 au 15.	6	2	4
Du 15 au 12.	6	2	4
Du 12 au 9.	6	2	4
Du 9 au 6.	6	2	4
Du 6 au 3.	6	2	4
Du 3 au Φ	6	2	4
Du Φ au C.	6	2	4
Du C au F.	6	2	4
Du F au I.	6	2	4
Du I au M.	6	2	4
Du M au P.	6	2	4
Du P au R.	3	1	2
Du R au S.	3	1	2
Du S au U.	3	1	2
Du U au W.	3	1	2
De W à la perp. de l'étr.	3	2	3
Long. t. de perp. à perp.	102	6	0

Conſtruction du Φ couple.

	Haut. au-deſſus de la rab. de la quille. pie.	po.	⅛	demi-larg. pie.	po.	⅛
1re. liſſe.	1	2	1	2	3	7
2e. liſſe.	1	10	5	4	4	3
Entre la 2e. & 3e.	2	2	6	5	8	4
3e. . . .	2	8	2	7	2	2
Entre la 3e. & 4e.	3	3	1	8	6	4
4e. . . .	3	11	6	9	9	4
Entre la 4e. & 5e.	4	10	6	10	11	7
5e. . . .	5	11	6	12	0	1
Entre la 5e. & 6e.	7	2	3	12	10	3
6e. . . .	8	5	6	13	5	4
7e. . . .	10	4	0	13	10	1
Liſſe du fort. .	11	11	2	13	10	5
Liſſe entre celles du fort & du plat-bord.	14	6	7	13	1	3
Liſſe du plat-b.	17	2	1	13	9	5

Haut. des liſſes ſur la ligne du milieu.

	Avant.			Arriere.		
Premiere. . . .	3	10	1	5	10	3
Deuxieme. . .	5	10	3	7	10	5
Troiſieme. . .	8	2	4	10	4	2
Quatrieme. . .	10	9	2	13	6	5
Cinquieme. . .	13	3	2	16	4	5
Sixieme. . . .	15	9	4	18	5	1
Septieme. . . .	17	3	1	20	3	4

Liſſe

Liſſe du fort arriere.

	Hauteur du deſſus de la rablure de la quille.			½ larg.		
	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛
Aux couples. . . 3	12	0	0	13	10	1
6	12	1	3	13	8	2
9	12	4	1	13	5	6
12	12	7	7	13	1	7
15	13	1	0	12	8	4
18	13	7	5	12	1	4
21	14	3	6	11	4	3
23	14	8	6	10	11	5
24	15	2	4	10	5	4
25	15	7	2	10	0	4
26	15	9	6	9	10	0
A l'allonge de corn.	16	1	0	9	6	3
A l'all. de tableau.	16	9	1	8	9	7

Liſſe du fort avant.

	Hauteur du deſſus de la rablure de la quille.			½ larg.		
	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛
Aux couples. . . C	11	11	6	13	10	1
F	12	1	4	13	9	—
I	12	4	5	13	6	4
M	12	10	3	13	—	5
P	13	6	5	12	1	—
R	13	11	6	11	1	6
S	14	5	7	9	8	—
U	15	1	2	7	5	5
W	15	9	7	3	11	6
A l'étrave.	16	4	6	—	—	—

Liſſe moyenne entre celles du fort & du plat-bord.

Arriere.

	Hauteur du deſſus de la rablure de la quille.			½ larg.		
	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛
Aux couples. . . 3	14	7	4	13	1	—
6	14	8	4	13	—	—
9	14	10	6	12	9	6
12	15	1	4	12	6	3
15	15	4	7	12	1	6
18	15	8	7	11	7	6
21	16	2	0	11	—	2
24	16	8	0	10	3	1
A l'allonge de corn	17	3	0	9	4	5
A l'allonge de tabl	17	8	0	8	8	6

Avant.

	Hauteur du deſſus de la rablure de la quille.			½ larg.		
	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛
Aux couples. . .C	14	7	3	13	1	3
F	14	8	—	13	—	3
I	14	10	—	12	10	4
M	15	—	7	12	5	4
P	15	4	7	11	7	4
R	15	7	3	10	9	7
S	15	10	7	9	6	4
U	16	2	2	7	5	5
W	16	7	0	3	11	6
A l'étrave.	16	10	3	—	—	—

Liſſe du plat-bord.

Arriere.

	Hauteur du deſſus de la rablure de la quille. Pi.	Po	⅛	⅛ larg. Pi.	Po	⅛
Aux couples. . . 3	17	2	5	11	9	3
6	17	3	7	11	8	3
9	17	5	7	11	6	3
12	17	8	5	11	3	2
15	17	11	7	10	10	6
18	18	4	—	10	5	2
21	18	8	7	9	10	1
24	19	3	4	9	1	6
A l'allonge de corn.	19	10	5	8	3	6
A l'allonge de tabl.	20	4	2	7	7	6

Avant.

	Hauteur du deſſus de la rablure de la quille. Pi	Po	⅛	⅛ larg. Pi.	Po	⅛
Aux couples. . . C	17	2	5	11	9	1
F	17	3	3	11	8	—
I	17	5	—	10	5	5
M	17	7	7	11	1	3
P	17	11	6	10	5	—
R	18	2	3	9	10	1
S	18	5	2	8	11	7
U	18	9	4	7	8	4

Liſſe de rabature.

Arriere.

	Hauteur du deſſus de la rablure de la quille. Pi.	Po	⅛	⅛ larg Pi.	Po	⅛
Aux couples, . 15	19	3	1	10	4	2
18	19	7	1	9	11	—
21	19	11	7	9	4	4
24	20	6	1	8	8	3
A l'allonge de corn.	21	1	7	7	10	1
A l'allonge de tabl.	21	8	—	7	2	3

Avant.

	Hauteur du deſſus de la rablure de la quille. Pi.	Po	⅛	⅛ larg. Pi.	Po	⅛
Aux couples. . M	18	8	7	10	9	6
P	19	—	7	10	2	—
R	19	4	—	9	8	—
S	19	7	2	8	11	2
U	19	11	2	7	10	7

Diſtance ſur les liſſes arriere.

	Premiere liſſe.			Seconde liſſe.			Troiſieme liſſe.			Quatrieme liſſe.		
	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛
Du ✦ aux 3	—	—	7	—	1	3	—	2	—	—	2	4
6	—	3	3	—	5	1	—	7	4	—	7	7
9	—	6	7	—	10	4	1	3	—	1	4	—
12	—	10	7	1	5	3	2	—	5	2	2	3
15	1	4	3	2	2	2	3	—	4	3	3	4
18	1	10	6	3	—	7	4	2	2	4	6	4
21	2	7	7	4	1	7	5	7	2	6	—	5
23	3	1	6	4	10	—	6	5	7	6	11	6
24	3	8	—	5	7	3	7	6	3	8	1	6
25	4	3	2	6	4	—	8	8	—	9	4	4
26	4	6	4	6	8	5	9	4	5	10	3	4
A la l. du m.	5	3	—	7	5	1	10	6	—	A la lif. d'ho. 11	5	6
										A la l. du m. 13	8	2

	Cinquieme liſſe.			Sixieme liſſe.			Septieme liſſe.			Can ſup. de la préceint.		
	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛		Pi.	Po	⅛
Du ✦ aux 3	—	2	—	—	1	4	—	—	6	Haut. au-d.			
6	—	5	6	6	—	4	1	6	—	3	3	de la rabl. 3	11	11	6
9	1	1	—	9	—	9	2	9	—	7	4	6	12	—	6
12	1	10	4	12	1	4	1	12	1	—	7	9	12	3	—
15	2	10	—	15	2	1	3	15	1	8	2	12	12	5	6
18	4	—	3	18	3	1	4	18	2	6	2	15	12	9	2
21	5	6	2	21	4	5	4	21	3	7	4	18	13	1	6
23	6	5	1	23	5	2	4	23	4	3	2	21	13	7	2
24	7	5	6	24	6	1	2	24	5	—	1	23	13	10	3
25	8	6	1	25	6	10	6	25	5	7	7	24	14	2	—
26	9	1	5	26	7	3	7	26	5	11	7	25	14	5	1
A la lif. d'ho.	9	8	6	A la lif. d'ho.	7	9	5	A la l. du m.	17	—	6	26	14	6	5
A la l. du m.	15	11	—	A la l. du m.	16	8	7					A l'all. de c.	14	8	3

Diſtance ſur les liſſes avant.

	Premiere liſſe.			Deuxieme liſſe.			Troiſieme liſſe.			Quatrieme liſſe.		
	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛
Du Φ aux C	—	—	—	—	—	4	—	1	6	—	1	7
F	—	—	4	—	2	1	—	5	2	—	6	—
I	—	2	1	—	6	1	1	—	7	1	2	3
M	—	5	5	1	—	7	1	11	5	2	3	4
P	1	—	—	1	11	5	3	2	3	3	10	—
R	1	4	3	2	6	6	4	—	1	4	10	1
S	1	9	5	3	2	7	4	11	7	6	1	—
U	2	4	5	4	—	7	6	2	3	7	8	—
W	—	—	—	5	—	7	7	7	4	9	8	—
A la l. du m.	3	6	5	5	11	1	9	1	—	11	11	4

	Cinquieme liſſe.			Sixieme liſſe.			Septieme liſſe.			Can ſupér. de la préc.		
	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛	Pi.	Po	⅛	Haut. au-d. de la rabl.	Pi.	Po.	⅛
Du Φ aux C	—	1	—	—	—	5	—	—	4	C	11	11	5
F	—	4	2	—	3	—	—	2	2	F	12	—	3
I	—	11	7	—	8	4	—	5	7	I	12	2	1
M	2	—	2	1	6	4	1	2	1	M	12	4	7
P	3	8	—	3	—	4	2	5	6	P	12	9	—
R	4	9	6	4	2	—	3	6	6	R	12	11	5
S	6	3	1	5	8	1	5	1	1	S	13	3	—
U	8	2	6	7	11	5	7	6	—	U	13	7	1
W	10	11	2	11	3	7	11	1	5	W	13	11	6
A la l. du m.	14	—	6	15	4	—	15	6	1	A l'étrave.	14	3	3

C'eſt d'après ce devis que l'on trace en grand, à la ſalle, ſelon le pied ordinaire. Les couples & autres lignes courbes qui ſe trouvent dans le plan, ſe tracent ſur le plancher au moyen de lattes pliantes qui, aſſujetties aux points donnés, prennent le contour qu'on deſire.

La demi-largeur de la quille, de l'étrave & de l'étambot ſur le

droit, eſt tracée de chaque côté de la ligne du milieu ; on trace auſſi la ligne ponctuée *aa* pour la profondeur de la rablure, & celles *bb* pour ſa largeur ſur l'étrave & l'étambot.

Les cans ſupérieur & inférieur des préceintes ſont auſſi déſignés par 12 & 13.

Tant pour vérifier l'exactitude du vertical, que pour ſe procurer l'équerrage de la membrure, l'on trace les liſſes de l'étrave & de l'étambot, au maître couple ; pour cela, l'on prend ſur toutes les liſſes 1, 2, 3, &c. du vertical, les diſtances de la ligne du milieu à chaque couple, & on les tranſporte de la ligne du milieu *DD* ſur les couples correſpondantes dans ce plan des liſſes (ſuivant leurs obliquités) ; cela donnera les liſſes 1, 1 ; 2, 2 ; 3, 3, &c.

Les couples proche des extrémités ne pouvant ſe trouver dans un plan perpendiculaire à la ligne du milieu *DD* ſans avoir trop de courbure, & exiger des bois d'un trop fort échantillon, à cauſe du grand équerrage, l'uſage eſt de les mettre dans un plan vertical, mais oblique par rapport au plan d'élévation ou à la ligne du milieu *DD*, comme *KE*, *FF*, *GG*, *HH*. On appelle ces trois derniers couples, *couples dévoyés* : *KE* ou celui de l'arriere eſt l'eſtain qui détermine la longueur des barres, en deſſous de la liſſe d'hourdi.

Il ne faut pas porter *E* fort loin de l'étambot, cela allongeroit trop leſdites barres ; & comme elles ſont d'ordinaires aſſez courbes, on rencontreroit des difficultés à trouver des pieces propres à les faire.

Il faut auſſi qu'il y ait des bornes aux dévoiemens des couples, car ſans cela ceux de rempliſſage ſe trouveroient travaillés à venir à rien en bas.

Pour avoir les gabarits & équerrages de ces pieces (les couples de rempliſſage, barres & eſtain), tracez ſur le plan vertical, des lignes de flottaiſon *, premierement ſuivant le can ſupérieur des barres d'arcaſſe *L*, *M*, *N*, *O*, & enſuite en deſſous, à volonté, comme *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, & pour ceux de l'avant *i*, *k*, *l*, *m*, *n* : rapportez ces lignes de flottaiſon ſur le plan des liſſes où elles ſont marquées par les mêmes lettres.

Les lignes *M*, *N*, *O* donnent les gabarits du can ſupérieur des barres

* Ces lignes de flottaiſon n'ayant d'autre objet que de donner le gabarits des barres, & l'équerrage des couples dévoyés, on les fait dans un plan parallele à la quille.

d'arcaſſe, & la ligne *L* en *IK*, l'équerrage des extrémités de la liſſe d'hourdi.

On prend ſur le plan des liſſes, la diſtance de *E* à tous les points où les lignes de flottaiſon coupent *KE* ou le can d'arriere de l'eſtain; on tranſporte ces diſtances ſur les lignes de flottaiſon correſpondantes du plan vertical, à partir de la ligne du milieu; & en faiſant paſſer une courbe par tous les points que donnera cette opération, on aura la ligne *qq* pour le gabarit de l'eſtain.

A une diſtance de *KE* égale à la largeur de l'eſtain ſur le droit, tracez-y la parallele *Pr*; de *E* tracez la ligne *EP* perpendiculaire à *KE*; prenez les diſtances de *P* à tous les points où *Pr* rencontre les lignes de flottaiſon, & tranſportez auſſi ces diſtances ſur les lignes de flottaiſon correſpondantes du plan vertical. Par tous ces points tracez *ss*; cette courbe vous donnera le can d'avant de l'eſtain, & la diſtance entre *qq* & *ss* indiquera de combien l'équerrage de cette piece doit être en dedans ou en dehors de l'arête de l'arriere.

Pour trouver les points où chaque liſſe rencontre l'eſtain:

Prenez toutes les diſtances perpendiculaires de la ligne du milieu *DD* aux points où les lignes de flottaiſon rencontrent la ligne *KE*; portez ces diſtances ſur les lignes de flottaiſon correſpondantes du plan vertical, à partir auſſi de la ligne du milieu: par tous les points que cela donnera, faites paſſer la courbe *tt*; cela donnera la projection de l'arête de l'arriere de l'eſtain.

Des points *uu* où les liſſes rencontrent cette courbe, tirez les lignes horizontales *uw*; alors *ww* où ces petites lignes rencontrent la courbe *qq*, ſont les points de l'eſtain vrai où il eſt coupé par les liſſes.

Pour trouver les points où l'eſtain rencontre les liſſes:

Prenez la diſtance perpendiculaire de la ligne du milieu à tous les points où les liſſes 1, 1; 2, 2; 3, 3, &c. rencontrent les couples; portez ces diſtances ſur les couples correſpondantes du plan des liſſes à partir de la ligne du milieu *DD*; par les points que donnera cette opération, faites paſſer les courbes 1, 2, 3, &c., qui ſont ponctuées; cela donnera ce que l'on appelle *le plan horizontal des liſſes*.

Des points *x*, *x* où ces lignes rencontrent *KE*, tracez les petites lignes *xy*, *xy* perpendiculaires à la ligne du milieu *DD*; les points *y*, *y* où ces lignes rencontrent les liſſes 1, 1; 2, 2; 3, 3; &c., ſont ceux où l'eſtain eſt coupé par leſdites liſſes.

L'eſtain donne l'équerrage de l'extrémité des barres ; mais l'équerrage deſdites barres entre leur extrémité & le milieu, ſe trouve par la méthode ſuivante :

Tirez ſur le plan horiſontal les lignes IV, V & VI à volonté, mais paralleles à *DD* ; on prendra la diſtance du point de rencontre de ces lignes avec celles de flottaiſon, à la perpendiculaire de l'étambot, & on tranſportera ces diſtances ſur les lignes de flottaiſon correſpondantes du plan d'élévation, à partir de ladite perpendiculaire de l'étambot : par les points que cela donnera, on tracera les courbes IV, V, VI : ces lignes donneront l'équerrage des barres d'arcaſſe. L'équerrage des barres les plus baſſes pourront auſſi ſe trouver au moyen des couples 25 & 26.

On ſe procure les gabarits & l'équerrage des couples dévoyés de l'avant & de l'arriere, en opérant comme on l'a fait pour l'eſtain ; ce que l'on peut aſſez voir par le plan.

D'après le tracé des couples, des couples dévoyés & des barres d'arcaſſe, on fait des gabarits de planches de ſap très-minces ſur leſquels on marque la projection des liſſes, les hauteur & largeur des liſſes de plat-bord, préceintes, & même les ponts, ſi on le juge à propos.

Les gabarits des parties de l'avant & de l'arriere qui ont beaucoup de rond, ſe font d'après les liſſes 1,1 ; 2,2 ; 3,3, &c. du plan horizontal, mais avec des planches de ſap de 2 pouces d'épaiſſeur, & que l'on met même en double pour leur donner plus de ſolidité.

On trace une couple de liſſe au-deſſus des préceintes qui peuvent être horizontales, ou ſelon des lignes droites qui approcheroient le plus du paralléliſme avec leſdites préceintes.

On fait les gabarits des varangues aſſez larges au milieu pour en avoir toute la hauteur.

L'équerrage des pieces eſt marqué, ou ſur les gabarits même, ou ſur une planchette.

Il eſt eſſentiel de mettre toute le préciſion poſſible dans le tracé ; non-ſeulement la conſtruction en devient plus conforme au plan, mais encore on y trouve de l'économie de journées d'ouvriers qui peuvent alors aſſembler les couples & les élever ſur la quille, ſans que pour qu'ils aillent bien enſemble & puiſſent ſuivre leur gradation, on ait beſoin d'y retoucher.

Digitized by Google

§ 36.

De la conſtruction de l'échelle de ſolidité.

Suppoſons que l'on veuille faire l'échelle de ſolidité du Corſaire, (*Fig.* 43, 44 & 46) duquel on a le déplacement calculé dans le paragraphe 4:

On doit commencer le calcul pour la conſtruction de cette échelle du plan de flottaiſon ſupérieur, de façon qu'on ſe procure ſucceſſivement la ſolidité entre ce plan & ceux des flottaiſons inférieures : l'opération ſe fait de la maniere ſuivante.

Solidité de la Tranche entre le premier & le deuxieme Plan de flottaiſon.

Demi-aire du plan de flottaiſon ſupérieur. . .	1293,91
Idem du ſecond, *dito*.	1178,03
2)	2471,94
	1235,97
Multiplié par la diſtan. entre les plans de flot.	...1,62
½ ſolidité entre le 1.r & le 2.d plan de flot. =	2002,27
Bordages.	50,73
Etrave & étambot.	2,00
	2055,00
	2

Déplacement de la partie à 1,62 pieds en deſſous du plan de flottaiſon ſupérieur = 4110,00 = 45,16 laſt.

Solidité des tranches entre le 1r. & le 3e. plan de flottaiſon.

½ aire du 1r. plan de flottaiſ. =	1293,91 × 1 = 1293,91
Idem du 2d. . . . . =	1178,03 × 4 = 4712,12
Idem du 3e. . . . . =	1030,69 × 1 = 1030,69
	7036,72

de

de ci-contre.	7036,72
Multipliés par le $\frac{1}{3}$ de la diſtance entre les plans de flottaiſon.	0,54
$\frac{1}{3}$ ſolidité entre le 1.^{r} & le 3.e plan de flot. .	3799,83
Bordages.	104,17
Etrave & étambot.	4,00
	3908,00 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 3,24 pieds en deſſous du plan de flottaiſon ſupérieur. . . = 7816,00 =	85,89 laſt.

Solidité des tranches entre le premier & le quatrieme plan de flottaiſon.

Demi-aire du 3e. plan de flottaiſon.	1030,69
Idem du quatrieme.	856,93
2)	1887,62
	943,81
Multipliés par la diſt. entre les plans de flot.	1,62
Demi-ſolid. entre le 3e. & le 4e. plan de flot.	1528,97
Demi-ſolid. entre le 1^{r}. & le 3e. plan de flot.	3799,83
Demi-ſolid. entre le 1^{r}. & le 4e. plan de flot.	5328,80
Bordages.	165,20
Etrave & étambot.	6,00
	5500,00 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 4,86 pieds en deſſous du plan de flottaiſon ſupérieur. . .	11000,00 = 120,88 laſt.

Solidité des tranches entre le premier & le cinquieme plan de flottaiſon.

$\frac{1}{2}$ aire du plan de flot. ſup. =	1293,91 × 1 = 1293,91
Idem du ſecond. . . . . =	1178,03 × 4 = 4712,12
Idem du troiſieme. . . . . =	1030,69 × 2 = 2061,38
Idem du quatrieme. . . . =	856,93 × 4 = 4327,72
Idem du cinquieme. . . . =	662,38 × 1 = 662,38
	12157,51

	12157,51
Mult. par le ½ de la diſt. entre les plans de flot.	0,54
½ ſolidité entre le 1^r^. & le 5e. plan de flot.	6565,05
Bordages.	239,95
Etrave & étambot.	9,00
	6814,00 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 6,48 pieds en deſſous du plan de flottaiſon ſupérieur. . .	13628,00 = 149,75 laſt.

Solidité des tranches entre le premier & le ſixieme plan de flottaiſon.

½ aire du cinquieme plan de flottaiſon. . . .	662,38
Idem du ſixieme.	434,83
2)	1097,21
	548,60
Multipliés par la diſt. entre les plans de flot.	1,62
	888,73
½ ſolidité entre le 1^r^. & le 5e. plan de flot.	6565,05
½ ſolidité entre le 1^r^. & le 6e. plan de flot.	7453,78
Bordages.	335,22
Etrave & étambot.	12,00
	7801,00 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 8,1 pieds en deſſous du plan de flottaiſon ſupérieur. .	= 15602,00 = 171,45 laſt.

Solidité des tranches entre le premier & le ſeptieme plan de flottaiſon.

½ ſolidité entre le 1^r^. & le 7e. plan de flot. .	7957 (*Parag.* 4, *p* 16.)
Bordages.	426
Etrave & étambot.	16
	8399 pieds cubes.
	2
Déplacement de la partie à 9,72 pieds au-deſſous du plan de flottaiſon ſupérieur. . =	16798 = 184,6 laſt.

Solidité depuis le plan de flottaiſon ſupérieur juſqu'à la quille.

½ ſolid. entre le 1r. plan de flot. & la quille.	8105	(*pag.* 16.)
Bordages.	500	
Etrave & étambot.	20	
	8625	pieds cubes.
	2	
Déplacement de la partie à 11,72 pieds au-deſſous du plan de flottaiſon ſupérieur.	17250 = 189,56 laſt.	

D'après ce calcul, conſtruiſez l'échelle de ſolidité.

Tracez deux lignes perpendiculaires entr'elles, l'une dans le ſens horiſontal, l'autre dans le ſens vertical; faites ſur la ligne horiſontale une échelle décimale à volonté qui repréſentera des laſtes fortes, & ſur la verticale une autre échelle, auſſi à volonté, en pieds, comme on le voit, *figure* 50.

En deſſous de la ligne horiſontale & à des diſtances de cette ligne ſupérieure, de 1,62, 3,24, 4,86, 6,48, 8,1, 9,72 & 11,2 pieds, tracez-y des paralleles.

Sur l'échelle de laſtes, prenez les quantités trouvées en laſtes 45,16, 85,89, 120,88, 149,75, 171,45, 184,6 & 189,56; portez ces quantités ſur les lignes horiſontales correſpondantes, à partir de la ligne verticale.

Par tous ces points faites paſſer une courbe, & vous aurez votre échelle de ſolidité.

L'échelle horiſontale eſt en tonneaux de France, tons Anglois, & laſtes fortes Suédoiſes.

Voici la maniere de ſe ſervir de cette échelle:

La ligne *ab* * ſur le plan d'élévation eſt la ligne ſupérieure de flottaiſon, le Corſaire étant à ſa charge. Suppoſons que la ligne de flottaiſon avant qu'il ſoit chargé tout-à-fait, fût celle *cd*; alors on prend les diſtances *ac* & *bd* qui, d'après l'échelle du plan, donnent 4 pieds 0 pouces & 5 pieds 0 pouces; on ajoute ces deux quantités, & on en prend la moitié de la ſomme, 4 pieds 6 pouces. Prenez cette quantité 4 pieds 6 pouces ſur l'échelle de ſolidité, vous aurez

* Voyez l'ouvrage intitulé *Architectura Navalis*, &c., Planche IV, N°. 4. L'uſage de cette échelle eſt ſi ſimple, que nous n'avons pas cru devoir ajouter un plan de Vaiſſeau à notre Ouvrage, pour en faciliter l'intelligence.

e g qu'il faut tranſporter perpendiculairement à la ligne *e f* juſqu'à ce qu'elle rencontre la courbe en *h*. De *h* menez la ligne *h i* perpendiculairement à *f e*, ou, ce qui eſt la même choſe, parallélement à *e g*; cette ligne marque ſur l'échelle de la charge la quantité peſante qu'il faut encore mettre à bord pour faire caler le Vaiſſeau juſqu'à la ligne *a b*, c'eſt-à-dire, 110 laſtes fortes Suédoiſes.

Si le Vaiſſeau eſt tout-à-fait lége, on peut de cette maniere trouver la charge qu'il peut prendre; ou ſi l'on a une fois obſervé la flottaiſon d'un Vaiſſeau, & qu'on lui en trouve une autre, on pourra, au moyen de ladite échelle, ſe procurer la quantité peſante que le Vaiſſeau a reçue à bord, ou qui en a été déchargée pour qu'il ſoit ainſi plus calé ou plus lége.

Si on avoit de pareilles échelles pour tous les Vaiſſeaux faites par le Conſtructeur du Bâtiment, l'Armateur ou le Capitaine ſeroit toujours à même de voir la charge qu'il pourroit prendre à bord, & cela avec une exactitude à ne pas ſe tromper d'une laſte pour le plus grand Vaiſſeau, quand la ligne de charge eſt déterminée.

Cette échelle eſt particuliérement néceſſaire pour les Bâtimens de guerre ou Corſaires, afin que ſachant la quantité de vivres & d'autres munitions qu'ils doivent prendre, on puiſſe déterminer le leſt qu'ils peuvent embarquer pour ne caler que juſqu'à leur flottaiſon en charge.

CHAPITRE X.

Sur la qualité, dans les Vaiſſeaux, d'être ardent.

§ 37.

QUand le vent dépend, les Vaiſſeaux ſont plus ou moins ardents, c'eſt-à-dire, tendent plus ou moins à venir au vent; cela peut provenir d'une augmentation ou d'une diminution de voiles à l'une des extrémités, ce qui fait varier le centre de gravité de la voilure de l'avant à l'arriere, de l'arriere à l'avant.

Il y a cependant des Vaiſſeaux d'une forme telle qu'ils ſont toujours ardents, quoique le centre de gravité de la voilure ſoit porté de l'avant. D'autres ſont lâches, ou ont de la peine à venir au vent, quoique ledit centre de gravité des voiles ſoit porté de l'arriere.

Il n'y a d'autres forces qui agiſſent ſur le Vaiſſeau, que l'air en mouvement & l'eau, c'eſt-à-dire, le vent ſur les voiles, & l'eau ſur la carene du Navire; & puiſque la diſpoſition des voiles ſeule ne peut produire ou empêcher cette tention à venir au vent, ſa cauſe doit provenir auſſi de l'effet de l'eau ſur la carene.

Repréſentons-nous, pour un moment, le Vaiſſeau ſeulement relativement à ſa peſanteur, & ſuppoſons-le être d'une forme indéterminée, les poids raſſemblés proche le centre de gravité. Que ce corps ſoit mu dans l'eau avec une certaine viteſſe. Suppoſons une autre force qui agiſſe dans un ſens contraire au mouvement du corps, non pas ſelon une ligne paſſant par le centre de gravité, mais un peu en-deça ou en-delà: ce corps ſera forcé de tourner ſur ſon centre de gravité, ou ſur un point qui en ſera fort près, & l'effet de cette force, quant au mouvement de rotation, ſera en rapport de la diſtance de la direction de cette force au centre de gravité. Ceci n'exige point de démonſtration, étant une des loix la plus connue de la méchanique.

Digitized by Google

Un Vaiſſeau ſillant avec le vent de côté, ſi la réſultante de la force du vent dans les voiles paſſe par une verticale dans laquelle ſe trouve le centre de gravité du Bâtiment, alors l'eau fait le même effet ſur la carene, que la force dont nous venons de parler ſur le corps que nous avons ſuppoſé : car ſi la réſultante de la réſiſtance de l'eau paſſe d'un coté ou de l'autre du centre de gravité du Navire, il ne peut manquer d'en devenir ardent ou lâche : *ardent*, ſi cette réſultante paſſe du côté du lof ; *lâche*, ſi elle paſſe de l'arriere du centre de gravité.

On peut prévenir ce mouvement de rotation de l'un ou de l'autre côté, en faiſant paſſer la réſultante de la force du vent dans les voiles, dans la verticale par laquelle paſſeroit auſſi la réſultante de la réſiſtance de l'eau. Les voiles devroient toujours être diſpoſées pour cet effet ; mais comme le tranſport du centre de gravité des voiles, vers l'une des extrémités, doit être renfermé dans de certaines bornes déterminées par d'autres raiſons, la réſultante de la réſiſtance doit donc avoir auſſi ſes limites qu'elle ne peut outrepaſſer.

Comme cette propriété, entre toutes les qualités du Vaiſſeau, eſt de très-grande importance, il faut rechercher la réſultante de la réſiſtance de l'eau pour, en conſéquence, changer la forme de la carene, ſi cette réſultante ſe trouvoit ne pas paſſer dans ſon vrai lieu. Cette réſultante ne peut ſe trouver qu'au moyen de celles des efforts directs, latéraux & verticaux de ladite réſiſtance de l'eau ſur toute la partie du Vaiſſeau qui y eſt plongée ; mais il faut obſerver que, comme nous conſidérons ici le moment de rotation ſeulement dans un plan horiſontal, nous ne devons avoir égard qu'aux forces directes & latérales qui ſeules y ont part.

Tant que le Vaiſſeau va vent-arriere, les forces latérales, ſur chaque côté, ſont égales. Dans ce cas on ne doit y avoir nul égard. Mais quand le Vaiſſeau ſille avec vent de côté, les voiles ſont orientées obliquement, par rapport à la ligne du milieu ſelon la longueur du Navire, & le vent emploie une partie de ſa force à pouſſer le Bâtiment de côté, en même tems qu'il le pouſſe de l'avant. Le Vaiſſeau a une forme telle que la réſiſtance au mouvement de l'avant, eſt moindre que celle au mouvement de côté, & la direction de la route ne ſe trouve ni parallele à la ligne du

milieu, ni perpendiculaire à cette même ligne : le Bâtiment ne va pas où il préſente, il va ſelon une ligne que l'on appelle *la dérive.*

L'effort latéral de la réſiſtance de l'eau n'eſt donc plus égale des deux côtés, elle eſt plus forte du côté deſſous le vent que de celui au vent ; ainſi, ſi l'on ſouſtrait l'une de l'autre, il reſtera la réſiſtance latérale qui, de toute ſa force, agit ſur ledit côté deſſous le vent. Si, connoiſſant le point par lequel doivent paſſer les réſultantes des forces directes & latérales, tant par rapport à une des extrémités, que par rapport à la ligne du milieu, on forme un rectangle deſdites forces, ſa diagonale ſera la direction moyenne horiſontale de l'eau. C'eſt cette direction qui peut tendre à faire tourner le Vaiſſeau, dans l'un ou l'autre ſens, autour de ſon centre de gravité, comme nous l'avons déja dit.

§ 38.

Maintenant que nous voyons ce qui rend les Vaiſſeaux plus ou moins ardens, comme, ſuivant le paragraphe 17, on peut ſe procurer l'effort, tant direct que latéral de la réſiſtance, il ſembleroit qu'il n'y auroit plus de difficultés pour avoir la direction moyenne de l'eau : mais le Bâtiment ayant vent de côté, doit non-ſeulement, par rapport à cette force, incliner ſur le bord oppoſé, mais encore, comme il eſt dit dans le paragraphe précédent, avoir de la dérive : ainſi, pour avoir cette direction moyenne, il faut néceſſairement, ou faire varier la conſtruction des forces *, ou conſtruire d'autres lignes ſur le Vaiſſeau, qui le repréſentent dans ſa nouvelle ſituation.

La façon de ſe procurer la direction moyenne par des lignes projettées ſur le Vaiſſeau, dans ſa nouvelle ſituation, étant la plus aiſée & la plus claire, j'en donnerai ici un exemple, ainſi que des calculs qui menent à la ſolution définitive de la queſtion.

---

* Il y a ici une théorie aſſez élégante ſur le changement des forces, par rapport aux quantités variables de la dérive & de l'inclinaiſon : mais comme, quoique fort longue, il reſte bien des choſes à y ajouter, & qu'avec tout cela, elle ne mene qu'à des principes plus abſtraits, à des procédés plus longs que ceux de conſtruire des lignes ſur le Vaiſſeau dans l'état d'inclinaiſon & le cas d'obliquité de route, je ſupprime cette théorie, & m'en tiens à la ſeconde méthode.

§ 39.

Trouver la direction moyenne de la réſiſtance de l'eau ſur la carene du Corſaire, fig. 47, 48 & 49, *ſillant avec vent de côté.*

Pour ſe procurer cette direction moyenne, il faut projetter le Vaiſſeau comme il doit ſe repréſenter dans ſa ſituation, incliné à un ſpectateur qui ſe trouveroit dans la direction de ſa route *, ou dans ſa ligne de dérive.

Quand un Vaiſſeau marche avec vent de côté, il s'incline du bord oppoſé au vent, & cette inclinaiſon eſt plus ou moins grande, ſuivant le plus ou le moins de force du vent. Il faut donc faire une ſuppoſition. Soit l'inclinaiſon de 7 degrés, & la dérive d'une demi-pointe, ou de 5 degrés 37 minutes & demie.

Pour en venir à repréſenter un Vaiſſeau dans une pareille inclinaiſon, & avec une telle obliquité de route, il faut tracer beaucoup de lignes de flottaiſon ** ſur le plan vertical. Pour que la conſtruction des forces & la meſure ſur l'échelle puiſſent ſe faire avec plus d'exactitude, j'ai fait les figures 38 & 39 (dans cette ſituation d'inclinaiſon & d'obliquité) d'une grandeur double de celle du plan du Vaiſſeau d'après lequel elles ſont conſtruites. La figure 38 repréſente toute la partie de la carene de l'avant. *T* eſt le centre de gravité du Corſaire; *W* celui du déplacement, le Vaiſſeau droit.

Fig. 38 & 39.

Fig. 38, 39 & 40.

La figure 39 repréſente toute la partie de la carene de l'arriere. Les coupes *aa*, *bb*, *cc*, &c. *ββ*, *γγ*, *yy*, &c., *figures* 38 & 39, ne ſont pas perpendiculaires à la ligne du milieu ou à l'axe du Vaiſſeau, mais à la ligne de dérive *CC*, *figure* 40, & la diſtance entre ces coupes ou ſections tranſverſales, doit être une quantité telle qu'on puiſſe la diviſer exactement par les nombres deux & trois, pour avoir l'aire & la poſition du centre de gravité des triangles.

Sur les figures 38 & 39, on a tracé les lignes de flottaiſon II, III, IV, V & VI, en deſſous de la flottaiſon ſupérieure I. La diſtance entr'elles doit auſſi être un nombre multiple de deux & trois, pour

---

* Dans un éloignement infini, pour éviter les effets de la perſpective.

** Il convient de faire d'abord le plan vertical, eu égard à la différence de tirant-d'eau; pour que les lignes d'eau ſoient, ſur ce plan, des lignes droites.

éviter

éviter la quantité de chiffres dans le calcul de l'aire des triangles & du moment des forces ſur chacun d'eux.

On diviſe tous les eſpaces *æapq*, *figure* 38, en deux triangles par la ligne *æp*; enſuite on trace ſur toutes les coupes & lignes de flottaiſon, les perpendiculaires *æm*, *mn*, &c. qui ſont néceſſaires pour avoir les forces, & on marque les centres de gravité des triangles *æpq*, *æap*, comme on l'a fait dans la figure 20, ſuivant les paragraphes 18 & 20.

On trace en quelqu'endroit en dehors du plan, une ligne *BB* perpendiculaire aux lignes de flottaiſon; ce ſera la diſtance des centres de gravité des triangles à cette ligne, que l'on meſurera.

On prend les diſtances *æm*, *mn* & *æn*, & on les tranſporte entre les deux lignes paralleles *HH*, *II*, *figure* 41; la diſtance entre elles eſt égale à la diſtance entre les coupes; & double de cette diſtance entre les coupes *aa*, *bb*, &c., *figure* 40. Les réſiſtances directes *æK*, latérales *KL*, & verticales *MN*, proviennent d'une conſtruction pareille à celle qui a donné ces forces pour la figure 20. *Fig.* 38, 39, 40, 41 & 42.

Les N°s. 1, 2, 3, 4, &c. répondent aux N°s. 1, 2, 3, 4, &c. de la figure 38. La figure 41 appartient au côté deſſous le vent; dans la figure 42 ſont conſtruites les forces du côté du vent.

L'aire des triangles, la quantité des forces & leur produit ou les effets de chacune de ces forces, la diſtance du centre de gravité des triangles à une certaine ligne, & le produit des effets par ces diſtances ou les momens, ſont tous raſſemblés dans l'ordre qui ſuit:

Calcul de la partie de l'avant du Vaiſſeau (*fig.* 38.)

Forces directes du côté ſous le vent, & leurs diſtances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaiſon I & II.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
1	8,87	1,82	16,14	16,75	270,34
2	13,14	2,43	31,93	19,28	615,61
3	9,37	1,68	15,74	22,24	350,05
4	11,12	1,73	19,23	25,58	491,90
5	8,35	1,10	9,18	27,64	253,73
6	7,03	1,15	8,08	30,59	247,16
7	6,42	0,74	4,75	31,79	150,00
8	4,33	0,66	2,85	33,90	96,61
9	4,50	0,51	2,29	34,60	79,23
10	3,21	0,45	1,44	36,09	51,96
11	3,20	0,35	1,12	36,58	40,96
12	2,23	0,26	0,58	37,62	21,81
13	2,35	0,24	0,56	38,02	21,29
14	1,80	0,19	0,34	38,81	13,19
15	1,76	0,17	0,30	39,09	11,72
16	1,58	0,15	0,24	39,75	9,54
17	1,49	0,13	0,19	40,00	7,60
18	1,33	0,11	0,14	40,57	5,67
19	1,33	0,09	0,12	40,72	4,88
20	1,22	0,08	0,09	41,30	3,71
21	1,20	0,07	0,08	41,43	3,31
22	1,09	0,07	0,07	41,94	2,93
23	0,99	0,06	0,06	42,07	2,52
24	1,06	0,06	0,06	42,54	2,55
25	0,88	0,05	0,04	42,62	1,70
26	0,99	0,05	0,05	43,10	2,15
27	0,68	0,04	0,03	43,09	1,29
28	0,93	0,04	0,04	43,57	1,74
29	0,61	0,03	0,02	43,50	0,87
30	0,81	0,03	0,02	44,04	0,88
31	0,43	0,03	0,01	43,88	0,43
32	0,70	0,02	0,01	44,44	0,44
	Effets. . . .		115,80	mom.	2767,77

Entre les plans de flottaiſon II & III.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
1	2,80	1,24	3,47	15,65	54,30
2	8,87	1,64	14,54	17,02	247,47
3	6,30	1,19	7,49	18,61	139,38
4	9,37	1,40	13,11	21,29	279,11
5	6,53	0,82	5,35	22,75	121,71
6	8,35	0,93	7,76	25,83	200,44
7	6,91	0,69	4,76	26,80	127,56
8	6,43	0,73	4,69	29,96	140,51
9	6,31	0,52	3,28	30,57	100,26
10	4,50	0,53	2,38	33,19	78,99
11	4,80	0,39	1,87	33,55	62,73
12	3,20	0,38	1,21	35,44	42,88
13	3,58	0,30	1,07	35,65	38,14
14	2,36	0,26	0,61	37,16	22,66
15	2,50	0,20	0,50	37,24	18,62
16	1,76	0,19	0,33	38,39	12,66
17	2,05	0,15	0,30	38,37	11,51
18	1,49	0,12	0,18	39,33	7,07
19	1,67	0,11	0,18	39,30	7,07
20	1,33	0,10	0,13	40,15	5,21
21	1,26	0,08	0,10	40,10	4,01
22	1,21	0,09	0,10	40,85	4,08
23	0,93	0,06	0,05	40,77	2,03
24	0,99	0,06	0,05	41,49	2,07
25	0,70	0,04	0,02	41,29	0,82
26	0,88	0,05	0,04	41,98	1,67
27	0,63	0,04	0,02	41,71	0,83
28	0,68	0,05	0,03	42,39	1,27
	Effets. . . .		73,62	mom.	1735,06

Forces directes du côté ſous le vent, & leurs diſtances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaiſon III & IV.						Entre les plans de flottaiſon IV & V.					
N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.	N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
1	0,43	0,40	0,17	15,01	2,55	3	1,17	0,30	0,35	15,26	5,34
2	2,34	1,03	2,41	15,55	37,47	4	2,71	0,53	1,43	16,10	23,02
3	3,39	0,64	2,17	16,36	35,50	5	1,80	0,30	0,54	16,82	9,08
4	5,25	0,89	4,67	17,95	83,82	6	2,94	0,42	1,23	18,18	22,36
5	3,67	0,56	2,05	19,08	39,11	7	1,92	0,24	0,46	18,67	8,58
6	5,44	0,68	3,70	21,20	78,44	8	3,20	0,31	0,99	20,40	20,19
7	4,00	0,44	1,76	21,98	38,68	9	2,13	0,20	0,42	20,70	8,69
8	5,76	0,56	3,22	24,59	79,17	10	3,63	0,29	1,06	22,89	24,26
9	4,54	0,37	1,68	25,22	42,37	11	2,30	0,16	0,36	22,94	8,25
10	5,26	0,48	2,52	28,19	71,03	12	3,75	0,25	0,94	25,67	24,12
11	4,69	0,32	1,50	28,51	32,76	13	2,55	0,13	0,33	25,48	8,40
12	4,00	0,38	1,52	31,36	47,66	14	3,26	0,19	0,62	28,57	17,71
13	4,08	0,27	1,10	31,46	34,60	15	2,77	0,13	0,36	28,09	10,11
14	2,98	0,27	0,80	33,80	27,04	16	2,52	0,19	0,48	31,11	14,93
15	3,15	0,20	0,63	33,74	21,25	17	2,59	0,09	0,23	30,36	6,98
16	2,08	0,20	0,41	35,59	14,59	18	1,95	0,12	0,23	33,05	7,60
17	2,44	0,14	0,34	35,39	12,03	19	2,25	0,08	0,18	32,29	5,81
18	1,71	0,13	0,22	36,95	8,12	20	1,56	0,10	0,15	34,59	5,18
19	1,95	0,12	0,23	36,69	8,43	21	1,51	0,06	0,09	33,77	3,03
20	1,39	0,11	0,15	38,09	5,71	22	1,00	0,07	0,07	35,67	2,49
21	1,26	0,09	0,11	37,78	4,15	23	0,88	0,04	0,03	34,65	1,03
22	1,05	0,09	0,09	38,97	3,50	24	0,66	0,05	0,03	36,42	1,09
23	0,82	0,04	0,03	38,54	1,15	Effets. . . . 10,58 mom. 238,25					
24	0,78	0,05	0,03	39,58	1,18						
25	0,51	0,03	0,01	39,02	0,39						
26	0,58	0,04	0,02	40,04	0,80						
Effets. . . . 31,54 mom. 731,50											

Forces directes du côté dessous le vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison V & VI.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
4	0,88	0,29	0,25	15,22	3,80
5	0,82	0,15	0,12	15,58	1,86
6	1,35	0,21	0,28	16,36	4,58
7	0,79	0,09	0,07	16,70	1,16
8	1,44	0,17	0,24	17,76	4,26
9	0,80	0,08	0,06	17,79	1,06
10	1,60	0,13	0,21	19,05	4,00
11	0,90	0,08	0,07	18,98	1,32
12	1,73	0,10	0,17	20,59	3,50
13	0,83	0,05	0,04	20,29	0,81
14	1,92	0,07	0,13	22,21	2,88
15	0,85	0,03	0,02	21,57	0,43
16	2,08	0,06	0,12	24,00	2,88
17	0,99	0,03	0,03	22,96	0,66
18	1,94	0,04	0,07	26,00	1,82
19	0,98	0,02	0,01	24,63	0,24
20	1,69	0,03	0,05	27,94	1,39
21	0,79	0,02	0,01	26,14	0,26
22	1,13	0,02	0,02	29,49	0,58
23	0,65	0,02	0,01	27,42	0,27
24	0,66	0,02	0,01	30,48	0,30
Effets.			1,99	mom.	38,06

En dessous du plan de flottaison VI.

6	0,39	0,14	0,05	15,46	0,77
7	0,27	0,09	0,02	15,89	0,31
8	0,40	0,11	0,04	16,33	0,65
9	0,29	0,09	0,02	16,64	0,33
10	0,43	0,09	0,03	17,10	0,51
11	0,31	0,07	0,02	17,27	0,34
12	0,52	0,07	0,03	17,82	0,53
13	0,33	0,05	0,01	17,93	0,17
14	0,51	0,05	0,02	18,75	0,37
15	0,35	0,04	0,01	18,58	0,18
16	0,55	0,04	0,02	19,48	0,38
17	0,37	0,04	0,01	19,20	0,19
18	0,67	0,04	0,02	20,36	0,40
19	0,38	0,04	0,01	19,80	0,19
Porté ci-cont. effets.			0,31	mom.	5,32

En dessous du plan de flottaison VI.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
de ci-	contr.	effets.	0,31	mom.	5,32
20	0,69	0,03	0,02	21,27	0,42
21	0,41	0,04	0,01	20,43	0,20
22	0,45	0,03	0,01	21,72	0,21
23	0,44	0,04	0,01	21,05	0,21
24	0,46	0,03	0,01	22,33	0,22
25	0,46	0,04	0,01	21,64	0,21
26	0,36	0,03	0,01	22,98	0,22
27	0,48	0,04	0,01	22,29	0,22
28	0,38	0,03	0,01	23,59	0,23
29	0,48	0,04	0,01	22,86	0,22
30	0,38	0,03	0,01	24,17	0,24
31	0,47	0,04	0,01	23,47	0,23
32	0,37	0,03	0,01	24,67	0,24
33	0,47	0,04	0,01	24,06	0,24
34	0,37	0,03	0,01	25,13	0,25
35	0,48	0,04	0,02	24,58	0,49
36	0,36	0,03	0,01	25,56	0,25
37	0,48	0,04	0,02	25,17	0,50
38	0,36	0,03	0,01	25,95	0,25
39	0,49	0,05	0,02	25,68	0,51
40	0,40	0,04	0,01	26,39	0,26
41	0,50	0,05	0,02	26,26	0,52
42	0,41	0,04	0,01	26,82	0,26
43	0,53	0,05	0,02	26,79	0,53
44	0,45	0,04	0,01	27,29	0,27
45	0,56	0,05	0,02	27,35	0,54
46	0,43	0,04	0,01	27,72	0,27
47	0,59	0,05	0,02	27,88	0,55
48	0,47	0,04	0,01	28,15	0,28
49	0,62	0,05	0,03	28,45	0,85
50	0,56	0,04	0,02	28,62	0,57
51	0,50	0,01	0,00	28,91	0,00
quill.	26,16	0,07	1,83	21,50	39,34
étam	0,83	0,07	0,05	29,25	1,46
gouv	2,00	0,07	0,14	29,43	4,12
étrav	9,80	0,14	1,37	14,75	20,20
taille-mer.	7,50	6,00	45,00	14,26	641,70
Effets. . . .			49,12	mom.	722,60

Forces directes du côté du vent, & leurs distances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaison I & II.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
1	3,78	1,07	4,04	13,64	55,10
2	6,98	1,57	10,95	12,40	135,78
3	4,30	0,72	3,09	10,84	33,49
4	5,92	1,02	6,03	9,23	55,65
5	3,72	0,45	1,67	8,28	13,82
6	4,53	0,59	2,67	6,59	17,59
7	3,29	0,34	1,11	6,14	6,81
8	3,33	0,35	1,16	4,48	5,19
9	2,70	0,25	0,67	4,35	3,01
10	2,28	0,22	0,50	2,89	1,44
11	2,07	0,14	0,08	3,00	0,24
12	1,33	0,10	0,13	1,86	0,24
13	1,26	0,07	0,08	2,06	0,16
14	0,61	0,04	0,02	1,22	0,02
15	0,54	0,03	0,01	1,60	0,01
	Effets. . . .		32,21	mom.	328,55

Entre les plans de flottaison II. & III.

1	1,26	0,37	0,46	13,88	6,38
2	3,78	0,89	3,35	13,28	44,48
3	2,62	0,34	0,89	12,46	11,08
4	4,30	0,61	2,62	11,30	29,60
5	2,61	0,29	0,75	10,69	8,01
6	3,72	0,41	1,52	9,33	14,18
7	2,43	0,23	0,55	9,08	4,99
8	3,29	0,32	1,05	7,53	7,90
9	2,25	0,19	0,42	7,57	3,17
10	2,70	0,26	0,70	6,00	4,20
11	2,07	0,14	0,29	6,29	1,92
12	2,07	0,16	0,33	4,68	1,54
13	1,49	0,08	0,11	5,16	0,56
14	1,26	0,08	0,10	3,71	0,37
15	1,06	0,05	0,05	4,38	0,21
16	0,54	0,04	0,02	3,17	0,06
17	0,61	0,03	0,01	3,90	0,03
	Effets. . . .		13,22	mom.	138,68

Entre les plans de flottaison III & IV.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
2	1,05	0,37	0,38	13,75	5,22
3	1,08	0,13	0,14	13,48	1,88
4	2,19	0,30	0,65	12,78	8,30
5	1,06	0,10	0,10	12,48	1,24
6	2,17	0,23	0,50	11,59	5,79
7	1,02	0,07	0,07	11,54	0,80
8	2,02	0,18	0,36	10,40	3,74
9	0,94	0,06	0,05	10,65	0,53
10	1,87	0,14	0,26	9,32	2,42
11	0,85	0,05	0,04	9,82	0,39
12	1,72	0,12	0,20	8,26	1,67
13	0,76	0,04	0,03	9,00	0,27
14	1,34	0,08	0,10	7,42	0,74
15	0,61	0,03	0,01	8,38	0,08
16	0,88	0,05	0,04	6,77	0,27
17	0,39	0,02	0,01	7,91	0,07
18	0,51	0,03	0,01	6,31	0,06
	Effets. . . .		2,95	mom.	33,47

Entre les lignes de flottaison IV & V.

4	0,86	0,08	0,06	13,60	0,81
6	0,85	0,08	0,06	13,11	0,78
8	0,81	0,07	0,05	12,57	0,62
10	0,75	0,06	0,04	12,15	0,48
12	0,68	0,05	0,03	11,76	0,35
14	0,61	0,04	0,02	11,40	0,22
16	0,49	0,03	0,01	11,14	0,11
18	0,31	0,02			
	Effets. . . .		0,27	mom.	3,37

Digitized by Google

Somme des forces directes & des momens par rapport à la ligne BB.

Effets.	Momens.
115, 80	2767, 77
73, 62	1735, 06
31, 54	731, 50
10, 58	238, 25
1, 99	38, 06
49, 12	722, 60
32, 21	328, 55
13, 22	138, 68
2, 95	33, 47
0, 27	3, 37
331, 30	6737, 31

Forces latérales du côté ſous le vent, & leurs diſtances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	3	9,37	1,84	17,24	4	11,12	1,69	18,78	5	8,35	1,43	11,94
II & III.	3	6,30	1,91	12,03	4	9,37	1,54	14,43	5	6,53	1,36	8,88
III & IV.	3	3,39	1,68	5,69	4	5,25	1,51	7,92	5	3,67	1,33	4,88
IV & V.	3	1,17	2,18		4	2,71	1,37	3,71	5	1,80	1,07	1,92
V & VI.	3				4				5	0,82	0,78	0,64
Effets. . . .				34,96				44,84				28,26
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA.*				8				10				14
Momens. .				279,68				448,40				395,64

Entre-deux des plans de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	6	7,03	1,65	11,59	7	6,42	1,20	7,70	8	4,33	1,55	6,71
II & III.	6	8,35	1,20	10,02	7	6,91	1,05	7,25	8	6,43	1,20	7,71
III & IV.	6	5,44	1,15	6,25	7	4,00	0,96	3,84	8	5,76	0,90	5,18
IV & V.	6	2,94	1,02	3,00	7	1,92	0,76	1,46	8	3,20	0,73	2,33
V & VI.	6	1,35	0,84	1,13	7	0,79	0,59	0,46	8	1,44	0,59	0,85
Effets. . . .				31,99				20,71				22,78
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA.*				16				20				22
Momens. .				511,84				414,20				501,16

Forces latérales du côté ſous le vent, & leurs diſtances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	9	4,50	1,24	5,58	10	3,21	1,35	4,33	11	3,20	1,17	3,74
II & III.	9	6,31	0,90	5,68	10	4,50	1,23	5,53	11	4,80	0,91	4,36
III & IV.	9	4,54	0,74	3,36	10	5,26	0,77	4,05	11	4,69	0,59	2,76
IV & V.	9	2,13	0,59	1,15	10	3,63	0,58	2,10	11	2,30	0,39	0,89
V & VI.	9	0,80	0,43	0,34	10	1,60	0,42	0,67	11	0,90	0,33	0,29
Effets. . . .				16,11				16,68				12,04
Diſt. du cent de grav. à la lig. *AA*.				26				28				32
Momens.				418,86				467,04				385,28
Entre I & II.	12	2,23	1,04	2,32	13	2,35	1,02	2,39	14	1,80	0,89	1,60
II & III.	12	3,20	1,10	3,52	13	3,58	0,87	3,11	14	2,36	0,94	2,21
III & IV.	12	4,00	0,81	3,24	13	4,08	0,51	2,08	14	2,98	0,75	2,23
IV & V.	12	3,75	0,47	1,76	13	2,55	0,31	0,79	14	3,26	0,40	1,30
V & VI.	12	1,73	0,29	0,50	13	0,83	0,22	0,18	14	1,92	0,23	0,44
Effets. . . .				11,34				8,55				7,78
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				34				38				40
Momens. .				385,56				324,90				311,20
Entre I & II.	15	1,76	0,83	1,46	16	1,58	0,80	1,26	17	1,49	0,72	1,04
II & III.	15	2,50	0,76	1,90	16	1,76	0,78	1,37	17	2,05	0,69	1,41
III & IV.	15	3,15	0,55	1,73	16	2,08	0,63	1,31	17	2,44	0,53	1,29
IV & V.	15	2,77	0,25	0,69	16	2,52	0,40	1,00	17	2,59	0,22	0,56
V & VI.	15	0,85	0,15	0,12	16	2,08	0,17	0,35	17	0,99	0,13	0,12
Effets. . . .				5,90				5,29				4,42
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				44				46				50
Momens. .				259,60				243,34				221,00
Entre I & II.	18	1,33	0,71	0,94	19	1,33	0,69	0,91	20	1,22	0,65	0,79
II & III.	18	1,49	0,66	0,98	19	1,67	0,64	1,06	20	1,33	0,60	0,79
III & IV.	18	1,71	0,59	0,98	19	1,95	0,47	0,91	20	1,39	0,58	0,80
IV & V.	18	1,95	0,35	0,68	19	2,25	0,22	0,49	20	1,56	0,36	0,56
V & VI.	18	1,94	0,15	0,29	19	0,98	0,09	0,08	20	1,69	0,13	0,22
Effets. . . .				3,87				3,45				3,16
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				52				56				58
Momens.				201,24				193,20				183,28

Forces latérales du côté ſous le vent, & leurs diſtances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	21	1,20	0,65	0,78	22	1,09	0,60	0,65	23	0,99	0,53	0,52
II & III.	21	1,26	0,54	0,68	22	1,21	0,57	0,69	23	0,93	0,39	0,36
III & IV.	21	1,26	0,35	0,44	22	1,05	0,43	0,45	23	0,82	0,26	0,21
IV & V.	21	1,51	0,17	0,25	22	1,00	0,27	0,27	23	0,88	0,11	0,09
V & VI.	21	0,79	0,07	0,05	22	1,23	0,10	0,11	23	0,55	0,06	0,03
Effets. . . .				2,20				2,17				1,21
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				62				64				68
Momens.				136,40				138,88				82,28
Entre I & II.	24	1,06	0,58	0,61	25	0,88	0,46	0,40	26	0,99	0,53	0,52
II & III.	24	0,99	0,46	0,45	25	0,70	0,36	0,25	26	0,88	0,45	0,39
III & IV.	24	0,78	0,35	0,27	25	0,51	0,16	0,08	26	0,58	0,25	0,14
IV & V.	24	0,66	0,19	0,12	25	0,18	0,02	0,01	26	0,38	0,15	0,05
V & VI.	24	0,66	0,07	0,04	25							
Effets. . . .				1,49				0,74				1,10
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				70				74				76
Momens.				104,30				54,76				83,60
Entre I & II.	27	0,68	0,37	0,25	28	0,93	0,47	0,43	29	0,61	0,31	0,19
II & III.	27	0,63	0,30	0,18	28	0,68	0,39	0,26	29	0,27	0,10	0,02
III & IV.	27	0,16	0,03	0,01	28	0,51	0,24	0,12				
Effets. . . .				0,44				0,81				0,21
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				80				82				86
Momens.				35,20				66,42				18,06
Entre I & II.	30	0,81	0,40	0,32	31	0,43	0,19	0,08	32	0,70	0,36	0,25
II & III.	30	0,61	0,30	0,18	31	0,08	0,01	0,00	32	0,37	0,16	0,05
Effets. . . .				0,50				0,08				0,30
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				88				92				94
Momens.				44,00				7,36				28,20
Entre I & II.	33	0,28	0,10	0,02	34	0,61	0,30	0,18				
Effets. . . .				0,02				0,18				
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				98				100				
Momens.				1,96				18,00				

forces

Forces latérales du côté ſous le vent, & leurs diſtances à la ligne AA, *au-deſſous du ſixieme plan de flottaiſon.*

N°.	Aires des triangles.	Forces latérales.	Effets.	Diſtanc. à la ligne *AA.*	Momens.
7	0,27	0,49	0,13	20	2,60
9	0,29	0,45	0,13	26	3,38
11	0,31	0,38	0,11	32	3,54
13	0,33	0,31	0,10	38	3,80
15	0,35	0,25	0,08	44	3,52
17	0,37	0,26	0,09	50	4,50
19	0,38	0,22	0,08	56	4,48
21	0,41	0,22	0,09	63	5,67
23	0,44	0,27	0,11	69	7,59
25	0,46	0,25	0,11	75	8,25
27	0,48	0,26	0,12	81	9,72
29	0,48	0,27	0,12	87	10,44
31	0,47	0,28	0,13	93	12,09
33	0,47	0,30	0,14	99	13,86
35	0,48	0,34	0,16	105	16,80
37	0,48	0,36	0,17	111	18,87
39	0,49	0,44	0,21	117	24,57
41	0,50	0,42	0,21	123	25,83
43	0,53	0,52	0,27	129	34,83
45	0,56	0,49	0,27	135	36,45
47	0,59	0,54	0,31	141	43,71
49	0,62	0,59	0,36	147	52,92
51	0,50	0,09	0,04	151, 4	6,05
quill.	26,16	0,59	15,43	82	1265,26
étam	0,83	0,59	0,49	154, 4	75,65
gouv	2,00	0,59	1,18	157, 8	186,20
étrav	9,80	1,00	9,80	1,76	17,24
			Effets. 30,44	mom.	1897,82

N°.	Aire des triangles.	Forces latérales.	Effets.	Diſtanc. à la ligne *AA.*	Momens.
6	0,39	0,74	0,28	16	4,48
8	0,40	0,54	0,21	22	4,62
10	0,43	0,41	0,17	28	4,76
12	0,52	0,33	0,17	34	5,78
14	0,51	0,22	0,11	40	4,40
16	0,55	0,20	0,11	46	5,06
18	0,67	0,17	0,11	52	5,72
20	0,69	0,15	0,10	58	5,80
22	0,45	0,14	0,06	63	3,78
24	0,46	0,17	0,07	69	4,83
26	0,36	0,18	0,06	75	4,50
28	0,38	0,17	0,06	81	4,86
30	0,38	0,16	0,06	87	5,22
32	0,37	0,21	0,07	93	6,51
34	0,37	0,23	0,08	99	7,92
36	0,36	0,25	0,09	105	9,45
38	0,36	0,28	0,10	111	11,10
40	0,40	0,32	0,12	117	14,04
42	0,41	0,34	0,13	123	15,99
44	0,45	0,38	0,17	129	21,93
46	0,43	0,41	0,17	135	22,95
48	0,47	0,44	0,20	141	28,20
50	0,56	0,52	0,29	147	42,63
58	0,09	0,09	0,01	93	0,93
60	0,09	0,10	0,01	99	0,99
62	0,10	0,11	0,01	105	1,05
64	0,13	0,12	0,01	111	1,11
66	0,15	0,18	0,02	117	2,34
68	0,17	0,20	0,03	123	3,69
70	0,20	0,27	0,05	129	6,45
72	0,24	0,30	0,07	135	9,45
74	0,25	0,33	0,08	141	11,28
76	0,32	0,43	0,13	147	19,11
			Effets. ... 3,41	mom.	300,93

Entre la ligne *AA* & la coupe (*a*) du côté ſous le vent.

Entre-deux des plans de flottaiſon.	N°.	*Aires des triangl.*	*Forces latéra-les.*	*Effets.*	*Diſt. à la lig* AA.	*Momens.*
1re. & 2e.	1	8,87	2,76	24,48	2,00	48,96
	2	13,14	2,00	26,28	4,00	105,12
2e. & 3e.	1	2,80	2,37	6,63	2,75	18,23
	2	8,87	2,03	18,00	4,35	78,30
3e. & 4e.	1	0,43	1,46	0,62	3,88	2,40
	2	2,34	2,04	4,77	4,95	23,61
4e. & 5e.	3	1,17	1,18	1,38	7,35	10,14
5e. & 6e.	4	0,88	1,16	1,02	9,64	9,83
Effets.				83,18	mom.	296,59

Somme des forces latérales du côté ſous le vent.

Effets.	Momens.
34,96	279,68
44,84	448,40
28,26	395,64
31,99	511,84
20,71	414,20
22,78	501,16
16,12	419,12
16,68	467,04
12,04	385,28
11,34	385,56
8,55	324,90
7,78	311,20
5,90	259,60
5,29	243,34
4,42	221,00
3,87	201,24
3,45	193,20
3,16	183,28
2,20	136,40
2,17	138,88
1,21	82,28
1,49	104,30
0,74	54,76
1,10	83,60
0,44	35,20
0,81	66,42
0,21	18,06
0,50	44,00
0,08	7,36
0,30	28,20
0,02	1,96
0,18	18,00
30,44	1897,82
3,41	300,93
83,18	296,59
Eff. 410,62	mom. 9460,44

Forces latérales du côté du vent, & leurs diſtances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaiſ.	N°.	Aires des triang.	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang.	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang.	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	3	4,30	1,76	7,56	4	5,92	1,86	11,01	5	3,72	1,31	4,87
II & III.	3	2,62	1,25	3,27	4	4,30	1,54	6,62	5	2,61	1,06	2,76
III & IV.	3	1,08	0,73	0,78	4	2,59	1,14	2,49	5	1,06	0,58	0,61
IV & V.	3				4	0,86	0,60	0,51	5			
Effets. . . .				11,61				20,63				8,24
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				8				10				14
Momens. .				92,88				206,30				115,36
Entre I & II.	6	4,53	1,37	6,20	7	3,29	1,05	3,45	8	3,33	1,12	3,72
II & III.	6	3,72	1,23	4,57	7	2,43	0,80	1,94	8	3,29	0,95	3,12
III & IV.	6	2,17	0,91	1,97	7	1,02	0,47	0,48	8	2,02	0,71	1,43
IV & V.	6	0,85	0,54	0,46	7				8	0,81	0,42	0,34
Effets. . . .				13,20				5,87				8,61
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*				16				20				22
Momens. .				211,20				117,40				189 42
Entre I & II.	9	2,70	0,85	2,29	10	2,28	0,83	1,89	11	2,07	0,66	1,36
II & III.	9	2,25	0,66	1,48	10	2,70	0,79	2,13	11	2,07	0,56	1,15
III & IV.	9	0,94	0,37	0,34	10	1,87	0,57	1,06	11	0,85	0,27	0,23
IV & V.	9				10	0,75	0,28	0,21	11			
Effets. . . .				4,11				5,29				2,74
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				26				28				32
Momens. .				106,86				148,12				87,68
Entre I & II.	12	1,33	0,56	0,77	13	1,26	0,43	0,54	14	0,61	0,26	0,17
II & III.	12	2,07	0,59	1,22	13	1,49	0,39	0,58	14	1,26	0,42	0,14
III & IV.	12	1,72	0,45	0,77	13	0,76	0,19	0,14	14	1,34	0,35	0,46
IV & V.	12	0,68	0,22	0,14	13				14	0,61	0,20	0,12
Effets. . . .				2,90				1,26				0,89
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				34				38				40
Effets. . . .				98,60				47,88				35,60
Entre I & II.	15	0,54	0,19	0,10	16				17			
II & III.	15	1,06	0,30	0,31	16	0,54	0,17	0,09	17	0,61	0,18	0,10
III & IV.	15	0,61	0,17	0,10	16	0,88	0,25	0,22	17	0,39	0,10	0,03
IV & V.	15				16	0,49	0,14	0,06	17			
Effets. . . .				0,51				0,37				0,13
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				44				46				50
Momens. .				22,44				17,02				6,50
Entre I & II.	18											
II & III.	18											
III & IV.	18	0,51	0,15	0,07								
IV & V.	18	0,31	0,07	0,02								
Effets. . . .				0,09								
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				52								
Momens. .				4,68								

Forces latérales du côté du vent, & leurs diſtances à la ligne AA.

Entre la ligne *AA* & la coupe (*a*).

Entre-deux des plans de flottaiſon.	N°.	*Aires des triangles.*	*Forces latérales.*	*Effets.*	*Diſtances à la ligne* AA.	*Momens.*
1re. & 2e.	1	3,78	2,28	8,61	2,00	17,22
	2	6,98	3,36	16,47	4,00	65,88
2e. & 3e.	1	1,26	1,42	1,78	2,75	4,89
	2	3,78	1,97	7,44	4,35	32,36
3e. & 4e.	2	1,05	1,21	1,27	4,95	6,28
			Effets. . . .	35,57	mom.	126,63

Somme des forces latérales du côté du vent.

Effets.	Momens.
11,61	92,88
20,63	206,30
8,24	115,36
13,20	211,20
5,87	117,40
8,61	189,42
4,11	106,86
5,29	148,12
2,74	87,68
2,90	98,60
1,26	47,88
0,89	35,60
0,51	22,44
0,37	17,02
0,13	6,50
0,09	4,68
35,57	126,63
Du côté du vent. . . 122,02	1634,57
Du côté ſous le vent. 410,62	9460,44
Reſtant des effets latéraux = 288,60	des mom. 7825,87

Calcul de la partie de l'arriere du Vaiſſeau (*fig.* 39).

Forces directes du côté du vent, & leurs diſtances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaiſon I & II.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
20	0,72	0,01	0,01	1,30	0,01
21	0,72	0,02	0,01	2,17	0,02
22	0,90	0,04	0,04	1,65	0,07
23	0,95	0,05	0,05	2,68	0,13
24	1,08	0,06	0,06	2,16	0,13
25	1,30	0,07	0,09	3,36	0,30
26	1,26	0,07	0,09	2,80	0,25
27	1,48	0,10	0,15	4,08	0,61
28	1,35	0,10	0,13	3,51	0,46
29	1,62	0,11	0,18	4,90	0,88
30	1,48	0,12	0,18	4,30	0,77
31	2,16	0,19	0,41	5,90	2,42
32	1,73	0,18	0,31	5,20	1,61
33	2,30	0,22	0,51	7,11	3,63
34	1,98	0,22	0,44	6,25	2,75
35	2,70	0,25	0,67	8,35	5,59
36	2,03	0,21	0,43	7,40	3,18
37	3,06	0,29	0,89	9,90	8,81
38	2,66	0,29	0,77	8,80	6,78
39	3,60	0,36	1,30	11,70	15,21
40	2,81	0,35	0,98	10,35	10,14
41	4,01	0,42	1,68	13,68	22,98
42	3,38	0,42	1,42	12,15	17,25
43	4,57	0,47	2,15	15,93	34,25
44	3,64	0,44	1,60	14,26	22,82
45	5,17	0,56	2,89	18,67	53,96
46	4,32	0,52	2,25	16,53	37,19
47	5,45	0,70	3,81	21,68	82,60
48	5,89	0,69	4,06	19,36	78,60
49	5,94	1,16	6,89	25,20	173,63
50	7,04	0,94	6,62	22,80	150,94
51	4,55	0,95	4,32	29,11	125,75
52	11,11	2,00	22,22	27,30	606,61
	Effets. . . .		67,61	mom.	1470,33

Entre les plans de flottaiſon II & III.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
22	0,72	0,04	0,03	3,20	0,10
23	0,90	0,07	0,06	4,54	0,27
24	0,95	0,10	0,09	3,60	0,32
25	1,35	0,10	0,13	5,25	0,68
26	1,30	0,12	0,16	4,20	0,67
27	1,87	0,12	0,22	6,15	1,35
28	1,48	0,12	0,18	4,94	0,89
29	2,05	0,13	0,25	7,14	1,78
30	1,62	0,14	0,23	5,80	1,33
31	2,48	0,16	0,40	8,37	3,35
32	2,16	0,20	0,43	6,92	2,98
33	2,88	0,20	0,58	9,80	5,68
34	2,30	0,20	0,46	8,30	3,82
35	3,06	0,20	0,61	11,40	6,95
36	2,70	0,29	0,78	9,80	7,64
37	3,40	0,29	0,99	13,20	13,07
38	3,06	0,30	0,92	11,40	10,49
39	3,67	0,30	1,10	15,16	16,68
40	3,60	0,38	1,37	13,26	18,17
41	2,21	0,38	0,84	17,40	14,62
42	4,01	0,40	1,60	15,35	24,56
43	2,21	0,42	0,93	19,77	18,39
44	4,57	0,50	2,28	17,75	40,47
45	3,78	0,50	1,39	22,18	30,83
46	5,17	0,61	3,15	20,30	63,94
47	3,65	0,59	2,15	24,60	52,89
48	5,45	0,75	4,09	22,90	93,66
49	3,82	0,68	2,60	27,00	70,20
50	5,94	1,10	6,53	25,80	168,47
51	2,34	0,38	0,89	29,00	25,81
52	4,55	1,05	4,78	28,37	135,61
	Effets. . . .		40,22	mom.	835,67

Forces directes ſur la partie de l'arriere du côté du vent, & leurs diſtances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaiſon III & IV.						Entre les plans de flottaiſon IV & V.					
N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.	N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
23	0,55	0,01	0,01	8,00	0,08	26	1,00	0,02	0,02	11,70	0,23
24	0,75	0,03	0,02	6,53	0,13	27	0,96	0,02	0,02	14,52	0,29
25	1,25	0,03	0,04	8,80	0,35	28	1,32	0,04	0,05	12,60	0,63
26	1,12	0,06	0,07	7,15	0,50	29	1,12	0,04	0,04	15,60	0,62
27	1,65	0,07	0,11	9,85	1,08	30	1,43	0,06	0,09	13,70	1,23
28	1,53	0,08	0,12	8,08	0,97	31	1,30	0,05	0,06	16,80	1,01
29	1,78	0,07	0,12	11,00	1,32	32	1,70	0,08	0,14	14,90	2,09
30	1,71	0,10	0,17	9,20	1,56	33	1,28	0,10	0,13	18,00	2,34
31	2,13	0,12	0,26	12,30	3,20	34	1,74	0,10	0,17	16,22	2,76
32	2,07	0,17	0,35	10,30	3,60	35	1,27	0,10	0,13	19,25	2,50
33	2,17	0,17	0,37	13,96	5,16	36	1,84	0,12	0,22	17,62	3,88
34	2,40	0,20	0,48	11,95	5,74	37	1,28	0,11	0,14	20,50	2,87
35	2,29	0,18	0,41	15,45	6,33	38	1,92	0,18	0,35	19,00	6,65
36	2,55	0,20	0,51	13,60	6,94	39	1,20	0,14	0,17	21,70	3,69
37	2,40	0,20	0,48	17,20	8,26	40	1,85	0,19	0,35	20,50	7,17
38	2,83	0,20	0,57	15,30	8,72	41	1,32	0,15	0,20	22,90	4,58
39	2,31	0,20	0,46	19,00	8,74	42	1,85	0,20	0,37	21,90	8,10
40	3,06	0,29	0,89	17,16	15,27	43	1,32	0,20	0,26	24,10	6,27
41	2,31	0,30	0,69	20,80	14,41	44	1,84	0,28	0,51	23,30	11,88
42	1,85	0,35	0,65	19,17	12,46	45	1,26	0,19	0,24	25,35	6,08
43	2,29	0,34	0,78	22,60	17,63	46	1,75	0,28	0,49	24,64	12,07
44	1,85	0,38	0,70	21,20	14,84	47	1,20	0,19	0,23	26,50	6,09
45	2,19	0,34	0,74	24,33	18,00	48	1,66	0,30	0,50	25,95	12,97
46	3,15	0,44	1,39	23,10	32,11	49	1,24	0,18	0,22	27,60	6,07
47	2,07	0,34	0,70	25,90	18,13	50	1,66	0,29	0,48	27,25	13,08
48	3,04	0,45	1,37	25,10	34,39	51	0,67	0,28	0,19	28,43	5,40
49	2,07	0,34	0,70	27,50	19,25	52	0,96	0,41	0,39	28,30	11,04
50	3,18	0,62	1,97	26,85	52,89						
51	1,20	0,22	0,26	28,80	7,49						
52	1,95	0,50	0,97	28,50	27,64						
Effets. . . .			16,38	mom.	347,19	Effets. . . .			6,16	mom.	141,59

Forces directes ſur la partie de l'arriere du côté du vent, & leurs diſtances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaiſon V & VI.						En deſſous du VI plan de flottaiſon.					
N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.	N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
28	0,72	0,01	0,01	17,20	0,17	8	0,28	0,06	0,02	14,70	0,29
29	0,56	0,02	0,01	19,24	0,19	10	0,48	0,06	0,03	15,10	0,45
30	0,84	0,03	0,02	17,90	0,36	11	0,49	0,06	0,03	15,60	0,47
31	0,56	0,03	0,02	20,10	0,40	14	0,54	0,03	0,02	16,20	0,32
32	0,97	0,05	0,05	28,90	1,44	16	0,63	0,02	0,01	16,70	0,17
33	0,56	0,06	0,03	20,80	0,62	18	0,67	0,02	0,01	17,30	0,17
34	0,96	0,07	0,07	19,90	1,39	20	0,72	0,02	0,01	17,80	0,18
35	0,56	0,06	0,03	21,60	0,65	22	0,76	0,02	0,01	18,40	0,18
36	0,95	0,05	0,05	20,75	1,04	24	0,76	0,02	0,01	19,00	0,19
37	0,56	0,06	0,03	22,40	0,67	26	0,81	0,02	0,02	19,50	0,39
38	0,96	0,10	0,10	21,60	2,16	28	0,95	0,03	0,03	20,10	0,60
39	0,67	0,10	0,07	23,20	1,62	30	0,95	0,03	0,03	20,80	0,62
40	0,90	0,08	0,07	22,50	1,57	32	0,95	0,03	0,03	21,40	0,64
41	0,67	0,07	0,05	24,10	1,20	34	0,95	0,03	0,03	22,00	0,66
42	0,99	0,12	0,12	23,50	2,82	36	0,95	0,04	0,04	22,60	0,90
43	0,67	0,09	0,06	25,00	1,50	38	0,95	0,04	0,04	23,30	0,93
44	0,99	0,17	0,17	24,40	4,15	40	1,29	0,05	0,06	24,00	1,44
45	0,67	0,08	0,05	25,80	1,29	42	1,36	0,08	0,11	24,60	2,71
46	0,94	0,17	0,16	25,40	4,06	44	1,36	0,10	0,14	25,30	3,54
47	0,67	0,10	0,07	26,70	1,87	46	1,43	0,10	0,14	26,00	3,64
48	0,90	0,19	0,17	26,40	4,49	48	1,43	0,10	0,14	26,70	3,74
49	0,67	0,10	0,07	27,60	1,93	50	1,50	0,10	0,15	27,40	4,11
50	0,93	0,18	0,17	27,30	4,64	52	1,03	0,10	0,10	28,00	2,88
51	0,45	0,29	0,13	28,25	3,67	Effets. . . . 1,21 mom. 29,22					
52	0,50	0,31	0,15	28,10	4,21	quill.	20,85	0,07	1,46	21,30	31,10
Effets. . . . . 1,93 mom. 48,11						chambot & gouv.	10,00	0,10	1,00	29,40	29,40
						étrav	3,85	0,04	0,15	14,00	2,15
						Effets. . . 2,61 mom. 62,65					

Forces directes ſur la partie de l'arriere du côté ſous le vent, & leurs diſtances à la ligne BB.

Entre les plans de flottaiſon I & II.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
39	1,01	0,02	0,02	44,40	0,89
41	1,84	0,07	0,13	43,70	5,68
42	0,40	0,01	0,00	45,00	
43	2,63	0,10	0,26	42,80	11,13
44	0,65	0,02	0,01	44,44	0,44
45	4,23	0,23	0,97	41,20	39,96
46	1,53	0,08	0,12	43,50	5,22
47	5,47	0,35	1,91	38,70	73,92
48	3,24	0,20	0,65	41,70	27,10
49	5,04	0,59	2,97	35,00	103,95
50	7,65	0,48	3,67	38,70	142,03
51	2,25	0,42	0,94	31,80	29,89
52	11,88	0,34	15,92	33,80	538,10
	Effets. . . .		27,57	mom.	978,31

Entre les plans de flottaiſon II. & III.

35	1,03	1,01	0,01	42,00	0,42
37	1,60	0,03	0,05	41,50	2,07
39	2,47	0,08	0,20	40,50	8,10
40	1,01	0,03	0,03	42,20	1,27
41	3,27	0,14	0,46	39,00	17,94
42	1,84	0,08	0,15	41,30	6,19
43	3,27	0,12	0,39	37,20	14,51
44	2,63	0,12	0,32	39,80	12,74
45	2,90	0,22	0,64	35,20	22,53
46	4,23	0,26	1,10	37,80	41,58
47	2,28	0,22	0,50	33,20	16,60
48	5,47	0,40	2,19	35,40	77,53
49	1,89	0,12	0,23	31,60	7,27
50	5,04	0,48	2,42	33,00	79,86
52	2,25	0,50	1,13	31,40	35,48
	Effets. . . .		9,82	mom.	344,09

Entre les plans de flottaiſon III & IV.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Diſtance du centre de gravité à la ligne *BB*.	Momens.
31	0,71	0,01	0,01	39,30	0,39
33	1,29	0,02	0,03	38,80	1,16
35	1,86	0,04	0,07	37,80	2,65
36	0,85	0,02	0,02	39,70	0,79
37	1,89	0,05	0,09	36,50	3,28
38	1,33	0,05	0,07	38,70	2,71
39	1,72	0,05	0,09	35,20	3,17
40	2,05	0,10	0,20	37,40	7,48
41	1,39	0,06	0,08	33,80	2,70
42	2,75	0,18	0,49	36,00	17,64
43	1,25	0,07	0,09	32,50	2,92
44	2,72	0,20	0,54	34,40	18,58
45	0,90	0,04	0,04	31,40	1,26
46	2,41	0,18	0,43	32,80	14,10
47	0,57	0,02	0,01	30,70	0,31
48	1,90	0,14	0,27	31,70	8,56
50	1,57	0,12	0,19	30,80	5,85
	Effets.		2,72	mom.	93,55

Entre les plans de flottaiſon IV & V.

31	1,06	0,01	0,01	34,40	0,34
32	0,56	0,01	0,01	36,30	0,36
33	1,06	0,01	0,01	33,10	0,33
34	1,03	0,02	0,02	35,40	0,71
35	0,72	0,01	0,01	31,90	0,32
36	1,49	0,03	0,04	34,30	1,37
38	1,79	0,03	0,05	32,40	1,62
40	1,52	0,02	0,03	31,90	0,96
42	1,14	0,02	0,02	31,30	0,63
44	0,77	0,02	0,01	30,80	0,31
46	0,38	0,02	0,01	30,50	0,30
	Effets. . . .		0,22	mom.	7,25
[illegible] & trans.	10,00	5,80	58,00	30,15	174,70

Forces

Forces latérales du côté du vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	20	0,72	0,37	0,27	21	0,72	0,36	0,26	22	0,90	0,40	0,36
II & III.									22	0,72	0,28	0,20
Effets. . . .				0,27				0,26				0,56
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				56				64				62
Momens.				15,12				16,64				34,72
Entre I & II.	23	0,95	0,40	0,38	24	1,08	0,55	0,59	25	1,30	0,56	0,73
II & III.	23	0,90	0,23	0,21	24	0,95	0,38	0,36	25	1,35	0,35	0,47
III & IV.	23	0,55	0,11	0,06	24	0,75	0,21	0,16	25	1,25	0,21	0,26
Effets. . . .				0,65				1,11				1,46
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				70				68				76
Momens.				45,50				75,48				110,96
Entre I & II.	26	1,26	0,63	0,79	27	1,48	0,62	0,92	28	1,35	0,70	0,94
II & III.	26	1,30	0,51	0,66	27	1,87	0,47	0,89	28	1,48	0,63	0,93
III & IV.	26	1,12	0,30	0,34	27	1,65	0,30	0,49	28	1,53	0,44	0,67
IV & V.	26	1,00	0,20	0,20	27	0,96	0,18	0,17	28	1,32	0,12	0,16
V & VI.					27	0,53	0,16	0,08	28	0,72	0,12	0,09
Effets. . . .				1,99				2,55				2,79
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				74				82				80
Momens.				147,26				209,10				223,20
Entre I & II.	29	1,62	0,70	1,13	30	1,48	0,76	1,12	31	2,16	0,81	1,75
II & III.	29	2,05	0,50	1,02	30	1,62	0,65	1,05	31	2,48	0,60	1,49
III & IV.	29	1,78	0,30	0,53	30	1,71	0,42	0,72	31	2,13	0,40	0,85
IV & V.	29	1,12	0,19	0,20	30	1,43	0,32	0,46	31	1,30	0,27	0,35
V & VI.	29	0,56	0,29	0,16	30	0,84	0,19	0,16	31	0,56	0,29	0,16
Effets. . . .				3,04				3,51				4,60
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				88				86				94
Momens.				267,52				301,86				432,40
Entre I & II.	32	1,73	0,90	1,56	33	2,30	0,91	2,09	34	1,98	0,94	1,86
II & III.	32	2,16	0,73	1,58	33	2,88	0,64	1,84	34	2,30	0,77	1,77
III & IV.	32	2,07	0,47	0,91	33	2,17	0,47	1,02	34	2,40	0,55	1,32
IV & V.	32	1,70	0,31	0,54	33	1,28	0,31	0,40	34	1,74	0,33	0,57
V & VI.	32	0,97	0,28	0,27	33	0,56	0,33	0,18	34	0,96	0,33	0,32
Effets. . . .				4,86				5,53				5,84
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				92				100				98
Momens.				447,1				553,00				572,32
Entre I & II.	35	2,70	0,93	2,5	36	2,03	0,90	1,83	37	3,06	1,08	3,30
II & III.	35	3,06	0,67	2,0	36	2,70	0,83	2,24	37	3,40	0,74	2,52
III & IV.	35	2,29	0,50	1,1	36	2,55	0,60	1,53	37	2,40	0,60	1,44
IV & V.	35	1,27	0,33	0,42	36	1 87	0,41	0,77	37	1,28	0,49	0,63
V & VI.	35	0,56	0,39	0,2	36	0,95	0,34	0,32	37	0,56	0,46	0,26
Effets. . . .				6,3				6,69				8,15
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				10				104				112
Momens.				672,04				695,76				912,80

Forces latérales du côté du vent, & leurs diſtances à la ligne AA.

Entre-deux des plans de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets
Entre I & II.	38	2,66	1,16	3,09	39	3,60	1,11	4,00	40	2,81	1,14	3,20
II & III.	38	3,06	0,88	2,69	39	3,67	0,83	3,05	40	3,60	0,94	3,38
III & IV.	38	2,83	0,66	1,87	39	2,31	0,74	1,71	40	3,06	0,73	2,23
IV & V.	38	1,92	0,53	1,02	39	1,20	0,53	0,64	40	1,85	0,52	0,96
V & VI.	38	0,96	0,44	0,42	39	0,67	0,56	0,37	40	0,90	0,49	0,44
Effets. . . .				9,09				9,77				10,21
Diſt. du cent de grav. à la lig. *AA*.				110				118				116
Momens.				999,90				1152,86				1184,36
Entre I & II	41	4,01	1,08	4,33	42	3,38	1,15	4,89	43	4,57	1,14	5,21
II & III.	41	4,01	0,94	3,77	42	4,01	1,00	4,01	43	4,01	1,12	4,49
III & IV.	41	2,31	0,88	2,03	42	3,33	0,84	2,80	43	2,29	1,09	2,50
IV & V.	41	1,32	0,69	0,91	42	1,85	0,68	1,26	43	1,32	0,95	1,15
V & VI.	41	0,67	0,58	0,39	42	0,99	0,66	0,65	43	0,67	0,70	0,47
Effets. . . .				11,43				13,61				13,82
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				124				122				130
Momens.				1417,32				1660,42				1796,60
Entre I & II.	44	3,64	1,15	4,19	45	5,17	1,15	5,94	46	4,32	1,14	4,92
II & III.	44	4,57	1,12	5,12	45	3,78	1,32	4,99	46	5,17	1,21	6,26
III & IV.	44	3,33	1,04	3,46	45	2,19	1,22	2,67	46	3,15	1,21	3,81
IV & V.	44	1,84	1,01	1,86	45	1,26	1,01	1,27	46	1,75	1,12	1,96
V & VI.	44	0,99	0,79	0,78	45	0,67	0,78	0,52	46	0,94	0,83	0,78
Effets. . . .				15,41				15,39				17,73
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				128				136				134
Momens.				1972,48				2093,04				2375,82
Entre I & II.	47	5,45	1,39	7,57	48	5,89	1,24	7,30	49	5,94	1,77	8,57
II & III.	47	3,65	1,54	5,62	48	5,45	1,48	8,07	49	3,81	1,85	7,07
III & IV.	47	2,07	1,30	2,69	48	3,04	1,44	4,38	49	2,07	1,28	2,45
IV & V.	47	1,20	0,96	1,15	48	1,66	1,20	1,99	49	1,24	1,00	1,24
V & VI.	47	0,67	0,79	0,53	48	0,90	0,89	0,80	49	0,67	0,75	0,50
Effets. . . .				17,56				22,54				19,83
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				142				140				148
Momens.				2493,52				3155,60				2934,84
Entre I & II.	50	7,04	1,49	10,49	51	4,55	2,16	9,83	52	11,11	2,04	22,66
II & III.	50	5,94	1,94	11,52	51	2,34	1,46	3,42	52	4,55	2,11	9,60
III & IV.	50	3,18	1,70	5,41	51	1,20	1,18	1,42	52	1,95	1,65	3,22
IV & V.	50	1,66	1,30	2,16	51	0,67	1,22	0,82	52	0,96	1,40	1,34
V & VI.	50	0,93	0,98	0,91	51	0,45	1,32	0,59	52	0,50	1,37	0,68
Effets. . . .				30,49				16,08				37,50
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				146				153				151
Momens.				4451,54				2460,24				5662,50

Forces latérales du côté du vent, & leurs distances à la ligne AA.

Entre les plans de flottaison V & VI.

N°.	Aires des triangles.	Forces latérales.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne AA.	Momens.
7	0,45	0,11	0,05	21,00	1,05
9	0,45	0,11	0,05	27,00	1,35
11	0,45	0,11	0,05	33,00	1,65
13	0,45	0,13	0,06	39,00	2,34
15	0,45	0,10	0,04	45,00	1,80
17	0,45	0,08	0,04	51,00	2,04
19	0,45	0,10	0,04	57,00	2,28
21	0,45	0,10	0,04	63,00	2,52
23	0,81	0,10	0,08	69,00	5,52
25	0,90	0,11	0,10	75,00	7,50
Effets.			0,55	mom.	28,05

En dessous du VI. plan de flottaison.

8	0,28	0,53	0,15	21,00	3,15
10	0,48	0,46	0,22	27,00	5,94
12	0,49	0,40	0,20	33,00	6,60
14	0,54	0,30	0,16	39,00	6,24
16	0,63	0,30	0,19	45,00	8,55
18	0,67	0,30	0,20	51,00	10,20
20	0,72	0,30	0,22	57,00	12,54
22	0,76	0,30	0,23	63,00	14,49
24	0,76	0,30	0,23	69,00	15,87
26	0,81	0,30	0,24	75,00	18,00
28	0,95	0,35	0,33	81,00	26,43
30	0,95	0,3[illegible]	0,35	87,00	30,45
32	0,95	0,36	0,34	93,00	31,62
34	0,95	0,39	0,37	99,00	36,63
36	0,95	0,38	0,36	105,00	37,80
38	0,95	0,40	0,38	111,00	42,18
40	1,29	0,53	0,68	117,00	79,56
Porté ci-cont. effets.			4,85	mom.	386,25

En dessous du VI. plan de flottaison.

N°.	Aires des triangles.	Forces directes.	Effets.	Distance du centre de gravité à la ligne AA.	Momens.
de ci-	cont.	effet	4,85	mom.	386,25
42	1,36	0,53	0,72	123,00	88,56
44	1,36	0,56	0,76	129,00	98,04
46	1,43	0,60	0,86	135,00	116,10
48	1,43	0,69	0,99	141,00	139,59
50	1,50	0,70	1,05	147,00	154,35
52	1,03	0,70	0,72	151,00	108,72
Effets. . . .			9,95	mom.	1091,61
étrav	3,85	0,40	1,65	9,00	15,21
quill.	20,85	0,58	12,09	80,00	967,20
étambot & gouv.	10,00	0,70	7,00	156,00	1092,00
Effets.			20,78	mom.	2074,41

Somme des forces directes, & de leurs momens par rapport à la ligne BB.

Effets.	Momens.
67,61	1470,33
40,12	835,67
16,38	347,19
6,16	141,59
1,93	48,14
1,21	29,22
2,61	62,65
27,57	978,31
9,82	344,09
2,72	93,55
0,22	7,25
58,00	1748,70
234,45	6106,66

Forces latérales ſur la partie de l'arriere du côté ſous le vent, & leurs diſt. à la lig. AA.

Entre-deux des lig. de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets	N°.	Aires des triang	For-ces latér.	Effets
Entre III & IV.	31	0,17	0,23	0,16					33	1,29	0,23	0,30
IV & V.	31	1,06	0,10	0,11	32	0,56	0,24	0,13	33	1,06	0,25	0,26
Effets. . . .				0,27				0,13				0,56
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				94				92				100
Momens. .				25,38				11,96				56,00
Entre II & III.					35	1,03	0,20	0,20				
III & IV.					35	1,86	0,23	0,43	36	0,85	0,23	0,19
IV & V.	34	1,03	0,20	0,20	35	0,72	0,10	0,07	36	1,49	0,19	0,28
Effets. . . .				0,20				0,70				0,47
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				98				106				104
Momens. .				19,60				74,00				48,88
Entre I & II.									39	1,01	0,27	0,34
II & III.	37	1,60	0,35	0,56	38	0,45	0,12	0,05	39	2 47	0,37	0,91
III & IV.	37	1,89	0,30	0,57	38	1,33	0,32	0,43	39	1,72	0,32	0,55
IV & V.					38	1,79	0,19	0,34				
Effets.				1,13				0,82				1,80
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				112				110				118
Momens. .				126,56				90,00				212,40
Entre I & II.					41	1,84	0,44	0,81	42	0,40	0,12	0,05
II & III.	40	1,01	0,32	0,32	41	3,27	0,49	1,60	42	1,84	0 47	0,86
III & IV.	40	2,05	0,39	0,80	41	1,39	0,38	0,53	42	2,75	0,44	1,21
IV & V.	40	1,52	0,19	0,29					42	1,14	0,28	0,32
Effets. . . .				1,41				2,94				2,44
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				116				124				122
Momens. .				163,56				364,56				297,68
Entre I & II.	43	2,63	0,45	1,18	44	0,65	0,25	0,16	45	4,23	0,49	2 07
II & III.	43	3,27	0,56	1,83	44	2,63	0,49	1,29	45	2,90	0,62	1,80
III & IV.	43	1,25	0,43	0,54	44	2,72	0,53	1,44	45	0,90	0,44	0,40
IV & V.					44	0,77	0,38	0,29				
Effets.				3,55				3,18				4,27
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				130				128				136
Momens. . .				461,50				407,04				580,72
Entre I & II.	46	1,53	0,41	0,63	47	5,47	0,65	2,27	48	3,24	0,53	2,25
II & III.	46	4,23	0,57	2,41	47	2,28	0 79	1,80	48	5,47	0,80	4,38
III & IV.	46	2,41	0,60	1,45	47	0,57	0,18	0,10	48	1,90	0,70	1,33
IV & V.	46	0,38	0,38	0,14								
Effets.				4,63				4,17				7,96
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				134				142				140
Momens. .				620,42				592,14				1114,40
Entre I & II.	49	5,04	0,94	4,74	50	7,65	0,70	5,35	51	2,25	1,20	2,70
II & III.	49	1,89	0,80	1,51	50	5,04	1,12	5,64				
III & IV.					50	1,57	0,70	1,10				
Effets. . . .				6,25				12,09				2,70
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*.				148				146				153
Momens. . .				925,00				1765,14				413,10

Forces latérales ſur la partie de l'arriere du côté ſous le vent, & leurs diſtances à la ligne AA.

Entre-deux des lig. de flottaiſ.	N°.	Aires des triang	Forces latér.	Effets.
Entre I & II.	52	11,88	1,38	16,39
II & III.	52	2,25	1,45	3,26

Effets. . . 19,65
Diſt. du cent. de grav. à la lig. *AA*. 151
Momens. . 2967,15

Somme des forces latérales ſous le vent, & de leurs momens par rapport à la lig. AA.

Effets.	Momens.
0,27	25,38
0,13	11,96
0,56	50,00
0,20	19,60
0,70	74,00
0,47	48,88
1,13	126,56
0,82	90,00
1,80	212,40
1,41	163,56
2,94	364,56
2,44	297,68
3,55	461,50
3,18	407,04
4,27	580,72
4,63	620,42
4,17	592,14
7,96	1114,40
6,25	925,00
12,09	1765,14
2,70	413,10
19,65	2967,15
81,32	11330,59 sous le vent.

Somme des forces latérales au vent, & de leurs momens par rapport à la ligne AA.

Effets.	Momens.
0,27	15,12
0,26	16,64
0,56	34,72
0,65	45,50
1,11	75,48
1,46	110,96
1,99	147,26
2,55	209,10
2,79	223,20
3,04	267,52
3,51	301,86
4,60	432,40
4,86	447,12
5,53	553,00
5,84	572,32
6,34	672,04
6,69	695,76
8,15	912,80
9,09	999,90
9,77	1152,86
10,21	1184,36
11,43	1417,32
13,61	1660,42
13,82	1796,60
15,41	1972,48
15,39	2093,04
17,73	2375,82
17,56	2493,52
22,54	3155,60
19,83	2934,84
30,49	4451,54
16,08	2460,24
37,50	5662,50
0,55	28,05
9,95	1091,61
20,78	2074,41
351,94	44737,91 au vent.
81,32	11330,59 sous le vent
270,62	33407,32

Digitized by Google

D'après ces calculs, on a les effets des forces & leurs momens.

Sur la partie de l'avant du Vaiſſeau, figure 38.

Pag. 134. { Effets directs. 331,30
Leurs momens par rapport à *BB*. 6737,31

140. { Effets latéraux. 288,60
Leurs momens par rapport à *AA** 7825,87

Sur la partie de l'arriere du Vaiſſeau, figure 39.

147. { Effets directs. 234,45
Leurs momens par rapport à *BB*. 6106,66

149. { Effets latéraux. 270,62
Leurs momens par rapport à *AA*. 33407,32

Suivant ce qui a été dit ci-devant, les effets ſur la partie de l'avant du Vaiſſeau doivent être multipliés par 6, & ceux ſur la partie de l'arriere par 7, & par conſéquent leurs momens.

Effets directs de l'avant = 331,30 × 6 =	1987,80
Effets directs de l'arriere = 234,45 × 7 =	1641,15
Effets directs	3628,95
Moment de l'avant = 6737,31 × 6 =	40423,86
Moment de l'arriere = 6106,66 × 7 =	42746,62
Momens. . . .	83170,48

D'où $\frac{83170,48}{3628,95} = 22,91$ = la diſtance de la ligne *BB* au centre de gravité des effets directs; & $\frac{3628,95}{13} = 279,15$ = l'effet direct ou la réſiſtance.

Effets latéraux de l'avant = 288,60 × 6 =	1731,60
Effets latéraux de l'arriere = 270,62 × 7 =	1894,34
Effets latéraux.	3625,94
Momens de l'avant = 7825,87 × 6 =	46955,22
Momens de l'arriere = 33407,32 × 7 =	233851,24
Momens. . .	280806,46

D'où $\frac{280806,46}{3625,94} = 77,44$ = la diſtance de la ligne *AA* au centre de gravité des effets latéraux, & $\frac{3625,94}{13} = 278,92$ = l'effet latéral

* La ligne *AA*, qui eſt l'axe des momens des effets latéraux, n'eſt & ne peut être repréſentée que dans la figure 40.

ou la réſiſtance, quand la force abſolue eſt égale à la diſtance entre les coupes *aa*, *bb*, *cc*, &c.

La diſtance de la ligne *BB* à la ligne *CC* dans le plan de flottaiſon ſupérieur = 22,3. Souſtrayant cette quantité de 22,91, il reſte 0,68 pour la diſtance de la réſiſtance directe du côté ſous le vent à la ligne *CC*; ainſi tracez une ligne *FD* (*figure* 40) à une diſtance de 0,68 de la ligne *CC*, & qui lui ſoit parallele. Tracez parallélement aux coupes la ligne *FE* à une diſtance de 77,44 pieds de la ligne *AA*. Portez de *F* en *D* & de *F* en *E* les quantités 279,15 & 278,92 des réſiſtances directes & latérales priſes d'après quelque échelle. Finiſſez le rectangle *FDGE*; la diagonale *FG* ſera la direction moyenne horizontale de l'eau. *Fig.* 38, 39 & 40.

Mais ſi nous faiſons attention à ce qui a été dit ci-devant de la multiplication des forces par 6 & 7, on verra d'après le paragraphe 14, que ce ſont les directions contraires de l'eau qui donnent lieu à ces co-efficiens; c'eſt-à-dire, que c'eſt à cauſe que l'eau qui eſt en avant de la plus grande largeur, va en partie dans le même ſens que le Vaiſſeau, & que l'eau qui eſt de l'arriere, va dans un ſens contraire; & cela provient de l'élévation de l'eau ſur l'avant, & de ſon abaiſſement en arriere. L'on a ſuppoſé l'élévation d'un demi-pied au-deſſus, & l'abaiſſement d'un demi-pied au-deſſous du niveau naturel de l'eau.

Ainſi, ſi ſur la figure 38 qui repréſente l'avant du Vaiſſeau, vous faites une addition de demi-pied au-deſſus de la ligne de flottaiſon ſupérieure, & ſi ſur la figure 39 qui repréſente l'arriere, vous faites une ſouſtraction auſſi d'un demi-pied ſur le tirant-d'eau, on trouvera que la force latérale ſe tranſportera de 1,5 pieds de l'avant, & que la force directe ſe rapprochera de 0,3 pieds de la ligne *CC*.

Ce changement eſt exprimé par *fe* & *fd*, (*figure* 40) & finiſſant le rectangle, *fg* repréſentera la direction moyenne horizontale de l'eau.

Ici il faut obſerver que cette direction moyenne n'eſt pas au niveau de l'eau, où l'on peut ſuppoſer le centre de gravité du Vaiſſeau, mais quelques pieds en deſſous. C'eſt pourquoi la direction moyenne de l'eau ne paſſe pas par le centre de gravité, mais en deſſous à peu près dans la verticale paſſant par ce centre. Ce Vaiſſeau inclinant de 7 degrés, ne deviendra donc pas trop ardent: mais ſi l'inclinaiſon augmente, le centre de gravité ſe tranſportera ſous le vent de la direction moyenne, d'où le Navire deviendra plus ardent.

Digitized by Google

Si ce Vaiſſeau avoit été plus taillé de l'avant & plus plein de l'arriere, de maniere que le centre de gravité de la partie ſubmergée ſe fût trouvé de 2 pouces plus de l'arriere, la force latérale auroit été un peu plus de l'avant, & la direction moyenne auroit paſſé de quelques pouces en avant du centre de gravité du Bâtiment, ce qui l'eut rendu plus ardent.

Voyons à préſent où la direction moyenne ſe rencontre lorſque l'on ne multiplie pas les effets par les co-efficiens 6 & 7.

Les effets directs de l'avant & de l'arriere = 331,30 + 234,45 = 565,75 ; leurs momens = 6737,31 + 6106,66 = 12843,97 ; & $\frac{12843,97}{565,76}$ = 22,70 ; de laquelle quantité ſouſtrayant 22,3 , il reſtera 0,40 qui eſt la diſtance de la réſiſtance directe à la ligne *CC*.

Les effets latéraux de l'avant & de l'arriere = 288,6 + 270,62 = 559,22 ; leurs momens 7825,87 + 33407,32 = 41233,19 ; & $\frac{41233,19}{559,22}$ = 73,73 ; ſouſtrayez cette quantité de 77,44, il reſtera 3,71 : on ne peut plus ſuppoſer dans ce cas, comme on l'a fait ci-devant, qu'il y ait une élévation ou un abaiſſement d'eau : ainſi, le centre des effets des forces latérales ſera en *km* à 3,71 pieds en avant du lieu où on l'avoit trouvé ci-deſſus. Négligeant toujours cette élévation ou abaiſſement d'eau, le centre des effets directs ſe tranſportera auſſi plus au vent, comme dans la ligne *kl* ; d'où la direction moyenne ſera dans *km* : cette direction moyenne devroit donc paſſer à une diſtance *fp*, (à peu près de 2 pieds $\frac{3}{4}$) à l'avant & au vent du centre de gravité o du Vaiſſeau.

De cette maniere on a deux directions moyennes de l'eau ; il eſt queſtion de ſavoir quelle eſt la bonne.

Suivant l'uſage ordinaire de gréer les Vaiſſeaux, le centre de gravité commun des voiles, par rapport à la longueur, doit ſe trouver en *P*, à 13 pieds en avant du centre de gravité ; ſa hauteur à 78 pieds au-deſſus de la flottaiſon. Quand le Vaiſſeau viendra à incliner de 7 degrés, ce centre de gravité des voiles ſe trouvera à 9 pieds $\frac{1}{2}$ ſous le vent du grand axe du plan de flottaiſon ; & par rapport à l'épaiſſeur des mâts & des verges, & à la courbure que prennent les mâts, il y aura encore ſûrement bien 2 pieds $\frac{1}{2}$: d'où le centre de gravité des voiles tomberoit en *Q*, à 12 pieds ſous le vent du grand axe.

Comme le Vaiſſeau ſuit toujours la route *CC*, la voilure *QR* doit être orientée de maniere qu'elle ſe trouve perpendiculaire à la réſiſtance

tance moyenne de l'eau : ſi donc par Q on trace QT perpendiculaire à QR, la ligne QT devra être parallele à kn ; & comme dans ce cas-ci, QT ſe rencontre préciſément dans l'alignement de kn, le Vaiſſeau feroit ſa route CC ſans qu'on eût beſoin de mettre la barre de l'un ou de l'autre bord : mais c'eſt en ſuppoſant les voiles des ſurfaces planes.

Mais comme le vent, en enflant les voiles, 1°. leur cauſe une courbure qui ne permet pas de les conſidérer comme des plans ; 2°. à cauſe de ſa direction, venant du côté du lof pour ſortir du côté oppoſé, il forme cette eſpece de poche plus ſous le vent qu'au vent : le centre de ſon effet ſur les voiles ne peut ſe trouver au milieu, mais il doit ſe tranſporter de la diſtance QR du côté ſous le vent ; & cette diſtance doit être plus ou moins grande, ſelon qu'elles ſont plus ou moins larges. Je veux, pour un moyen, ſuppoſer dans ce Vaiſſeau que cette diſtance ne ſurpaſſe pas 6 pieds : De-là, la réſultante de l'effort du vent dans les voiles ſera dans la ligne SR, & le Vaiſſeau tendra à venir au vent, tournant autour de ſon centre de gravité o, avec un moment de force $= Sp \times$ la réſiſtance du Vaiſſeau ſelon la direction kn : mais comme le Bâtiment doit tailler de l'avant ſelon la ligne CC, il n'y a que le gouvernail qui puiſſe le contenir dans cette route, & pour cet effet, il faudroit que le moment de l'effet latéral de l'eau ſur ledit gouvernail, multiplié par ſa diſtance au centre de gravité du Navire, fût égal au moment ci-deſſus $Sp \times$ la réſiſtance, &c. : or, ces momens ne pourroient être égaux que lorſque le gouvernail feroit un angle de 15 degrés avec le grand axe du Vaiſſeau.

Une Frégate de cette forme dont le centre de gravité eſt à près de 2 pieds $\frac{1}{4}$ en avant du milieu de la longueur de tête en tête, & dont les liſſes de l'avant auroient une pareille courbure, ne pourroit, d'après l'expérience, être fort ardente : ainſi, avec une inclinaiſon de 7 degrés, elle ne pourroit le devenir au point qu'on ſoit obligé de tenir la barre à 15 degrés au vent de la ligne du milieu. On a donc droit de conclure *que la direction moyenne de l'eau ne peut être dans la ligne* kn, *mais qu'elle doit paſſer plus près du centre de gravité* o *comme en fg*, & elle pourroit ſe trouver ſous le vent du même centre.

Suppoſons encore que l'eau qui eſt en arriere de la plus grande largeur du Vaiſſeau dans la poſition où il eſt actuellement, n'influe pour rien ſur la diſpoſition à venir au vent ; que ſon effort ſur la partie de l'avant ſeule puiſſe occaſionner cette diſpoſition : l'effet

direct = 331,3 ; ſon moment = 6737,31 ; & $\frac{6737,31}{331,3}$ = 20,33 : ſouſtrayant cette quantité, de 22,3 , la diſtance de la réſiſtance directe à la ligne *CC* du côté du vent = 1,97 pieds : cela donne la ligne *qr*. L'effet latéral de l'avant = 288,6 ; ſon moment = 7825,87 ; & $\frac{7825,87}{288,6}$ = 27,11 , c'eſt-à-dire, eſt égal à la diſtance du centre de gravité des forces latérales à la ligne *AA* : cela donne *qs*. Finiſſant le rectangle de ces effets, la diagonale *qt* ſera la direction moyenne de l'eau. Par le centre de gravité ⊙, ſur cette ligne *qt* prolongée, abaiſſez la perpendiculaire ⊙*u* : du point *R* abaiſſez à ⊙*u* la perpendiculaire *RS* qui ſera parallele à *qu*. Le Vaiſſeau tendra à venir au vent, tournant autour de ſon centre de gravité ⊙, avec un moment de force = *Su* × la réſiſtance du Vaiſſeau *qt*.

Cette tenſion à venir au vent ne pourra être contre-balancée par le gouvernail, tant que le centre d'effort de la voilure demeurera en *R*. Il faudroit qu'elle fût portée de l'avant, de maniere que la réſultante de l'effort du vent dans les voiles ſe trouvât dans la ligne *qt* ou quelques pieds de l'arriere : & encore quand il ſeroit poſſible de porter autant de l'avant le centre de gravité de la voilure, on ne pourroit cependant contenir le Vaiſſeau, car le Navire inclinant, la partie de l'avant principalement devroit plonger par la force du vent dans les voiles : par-là la direction moyenne de l'eau ſe tranſporteroit encore plus de l'avant ; ainſi il ne ſeroit pas poſſible d'empêcher le Vaiſſeau de venir au vent.

Il eſt donc abſurde de poſer pour principe que l'eau de l'arriere de la plus grande coupe du Vaiſſeau, n'influe pour rien ſur ſa diſpoſition à venir au vent.

On a rempli dans ce Chapitre l'objet qu'on s'étoit précédemment propoſé, y prouvant avec la plus grande évidence *qu'on ne s'eſt point mépris en établiſſant le principe du calcul de la réſiſtance de l'eau contre le Vaiſſeau ; que non-ſeulement la partie de l'arriere doit être calculée comme celle de l'avant, mais encore que l'expreſſion de l'effet de l'eau ſur cette partie de l'arriere, doit avoir un certain co-efficient plus grand que celui qui convient à l'expreſſion pour la partie de l'avant.*

On peut auſſi trouver l'aire du plan de réſiſtance pour ce Vaiſſeau navigant avec vent de côté dans l'état d'inclinaiſon, & avec la dérive qu'on lui a ſuppoſés.

Digitized by Google

On a déjà trouvé que la ſomme des effets directs de l'avant & de l'arriere multipliée par 6 & 7, = 3698,95 ; & comme la diſtance entre les coupes *aa*, *bb*, &c. qu'on a conſiderée comme force abſolue = 6 pieds, ſelon les paragraphes 16 & 17, l'aire du plan de réſiſtance ſera = $\frac{3628,95}{6\times13}$ = 46,52 pieds quarrés. On voit dans le paragraphe 18, que le plan de réſiſtance du même Vaiſſeau allant vent-arriere = 36,24 : par conſéquent, pour que le Vaiſſeau dans les deux cas cingle avec la même viteſſe, il faudra qu'il préſente au vent une bien plus grande étendue de voilure vent de côté que vent-arriere *, & cela non-ſeulement à cauſe de la plus grande ſurface du plan de flottaiſon, mais encore vu l'obliquité du vent avec les voiles.

La ligne *PQ* (*fig.* 38) eſt la réſiſtance latérale, la ligne *PR* la réſiſtance verticale, & la ligne *PS* leur direction moyenne, calculées ſeulement pour cette partie du Vaiſſeau.

---

* Vent-arriere, le Vaiſſeau allant dans le même ſens que le vent, la viteſſe de ce courant d'air eſt moindre à bord de toute celle du Navire : vent de côté, la viteſſe du vent ou du courant d'air ne doit ſouffrir d'autre déduction à bord, que celle qu'a le Vaiſſeau ſur le côté, qui peut ſe repréſenter par le ſinus de l'angle de dérive : ainſi il eſt clair que le vent demeure toujours plus en force quand ſon lit eſt perpendiculaire au grand axe du Vaiſſeau, que quand l'un & l'autre ſont dans la même direction.

Ces calculs ſont d'autant plus inutiles à entreprendre, quant à préſent, que l'on en connoit encore fort peu le fondement phyſique, *les élémens de l'effort du vent ſur les voiles*; car ſi l'on ne faiſoit entrer dans le calcul que la denſité & la viteſſe du mouvement de l'air, comment ſeroit-il poſſible d'expliquer un fait d'expérience que l'on doit particuliérement à *Don Georges Juan, Chef-d'Eſcadre des Armées Navales de Sa Majeſté Catholique* (dans ſon Examen Maritime, théorique & pratique de la Conſtruction des Vaiſſeaux, dont la traduction, par M. Levêque, paroîtra bientôt) ? ſavoir, qu'un Bâtiment bon voilier prend une très-grande partie de la viteſſe du vent. Les parties élémentaires de l'eau ſont dures, tenues, infiniment peu ſuſceptibles de compreſſion ; celles de l'air au contraire ſont élaſtiques, & ſe condenſant dans l'eſpece de cu-de-ſac que forme la voile, elles doivent éprouver beaucoup de difficultés à ſe dégager, & uſer, en attendant, de leur reſſort ſur la ſurface concave des voiles.

CHAPITRE XI.

Du Jaugeage & de l'Arrimage, avec des inſtructions ſur ces objets, & auſſi différens détails importans concernant les Munitions de bouche, pour ſervir à faire les emménagemens ou ſoutes.

§ 41.

Du Jaugeage.

PAR jauger, on entend prendre les dimenſions d'un Vaiſſeau, pour, ayant égard à ſa forme, trouver la charge qu'il peut porter, & avec laquelle il puiſſe naviguer ſans danger.

Jauger à la façon Suédoiſe, eſt rechercher la quantité de laſtes fortes que le Bâtiment peut porter, de la maniere ſuivante.

On prend ſur le pont ſupérieur, la longueur du Vaiſſeau de l'étrave à l'étambot, la largeur en dedans du vaigrage, & le creux du bordage dudit pont ſupérieur ſur le vaigrage de fond; on multiplie ces trois dimenſions entr'elles, & on en diviſe le produit par 200 : les cinq ſixiemes de ce quotient ſont le poids que peut prendre le Bâtiment en laſtes fortes de 18 skiponds, poids de fer par laſte : on ſouſtrait cependant encore tant par cent de cette quantité, ſelon que le Jaugeur eſtime le Vaiſſeau plus ou moins plein dans ſes fonds, ou qu'il porte plus ou moins d'artillerie. Le reſte eſt la charge en laſtes fortes *.

* On eſt ſouvent obligé d'employer des méthodes pareilles, quand la cale ſe trouve trop embarraſſée, pour y faire des opérations qui donneroient un jaugeage plus exact.

Notre uſage, dans ce cas, eſt de prendre la longueur de tête en tête du dehors de l'étrave au dehors de l'étambot, la largeur au fort en dehors des préceintes, le creux de la ligne droite du maître bau ſur quille, que l'on peut preſque toujours avoir à la pompe; de faire un produit de ces trois dimenſions, & de le diviſer par cent : le quotient eſt le port en tonneaux de 2000 liv., ou de 42 pieds cubiques d'objets d'une peſanteur ſpécifique, telle qu'en rempliſſant les eſpaces deſtinés pour la cargaiſon, ils faſſent caler le Vaiſſeau juſqu'à ſa flottaiſon de charge.

Digitized by Google

Il réſulte de ceci que dans deux Vaiſſeaux conſtruits d'après le même plan, ſi le pont ſupérieur de l'un ſe trouve d'un pied plus haut que celui de l'autre, celui-là ſe trouvera d'une plus grande quantité de laſtes que celui-ci ; ce qui doit cependant être le contraire *, puiſqu'il doit porter de moins ce que peſent de plus les côtés du Vaiſſeau exhauſſé d'un pied, (les deux Navires chargés au même tirant-d'eau). Le réſultat de ce calcul peut encore être fautif en ce que le Bâtiment ne ſera pas toujours jugé exactement ſur ſon plus ou moins de façon, par un ſpectateur qui eſt dans la cale ; d'où il

---

Examinons ſi cette méthode revient à celle de M. de *Chapman*.

Soit $ax =$ la longueur de dedans en dedans en pieds Suédois, dont 13 pouces $\frac{1}{6}$ font 12 pouces, pied de Roi ; $bx =$ la largeur en dedans du vaigrage ; $x =$ le creux du pont ſupérieur ſur vaigrage ; $t =$ la quantité à ſouſtraire. $\left(\frac{5}{6} \times \frac{abx^3}{200} - t\right) \times 5760 =$ la quantité de la charge en liv. de Suéde $= \left(\frac{5}{6} \times \frac{abx^3}{200} - t\right) \times 4975$ en livres, poids de marc.

Nous prenons les mêmes meſures, mais hors d'œuvre. Suppoſant la différence des dimenſions principales dedans œuvre à celles hors d'œuvre $= \frac{1}{10}$ des dimenſions dedans œuvre $= \frac{1}{10}x$, on aura l'excès du parallélipipede hors d'œuvre ſur celui abx^3 dedans œuvre, par cette proportion $x : abx^3 :: \frac{1}{10}x : \frac{1}{10}abx^3$ (*Eſſai ſur l'Architecture Navale*, p. 163. lig. 15). Le produit de nos trois dimenſions ſeroit donc $abx^3 + \frac{1}{10}abx^3 = \frac{11}{10}abx^3$ en pieds de Suéde, & en pieds de Roi, $\frac{11}{10}ab \times \frac{12}{13\frac{1}{6}}x \times \frac{12}{13\frac{1}{6}}x \times \frac{12}{13\frac{1}{6}}x = \frac{11}{10}ab \times \frac{1728}{2261}x^3$. Cette quantité ſe doit diviſer par 100 & multiplier par 2000, pour avoir des livres, poids de marc, ou ſe multiplier tout de ſuite par 20. $\frac{11}{10}ab \times \frac{1728}{2261}x^3 \times 20 = \frac{44928}{2261}abx^3$: d'où on doit avoir cette équation $\frac{44928}{2261}abx^3 = \left(\frac{5}{6} \times \frac{abx^3}{200} - t\right) 4975$ (ſuivant le calcul Suédois) $= \frac{24875}{1200}abx^3 - 4975 \times t$: d'où $t = \left(\frac{24875}{1200} - \frac{44928}{2261}\right) \times \frac{abx^3}{4975} = (20{,}7 - 19{,}9) \times \frac{abx^3}{4975} = 0{,}8 \times \frac{abx^3}{4975} = \frac{4}{5} \times \frac{abx^3}{4975} = \frac{4}{24875}abx^3 = \frac{1}{6219}abx^3$.

La quantité à retrancher ſelon le jaugeage Suédois, pour qu'il revint au nôtre, ſeroit donc extrêmement petite : mais il faut conſidérer que le parallélipipede que nous déduiſons de celui de Suede, eſt plus grand que nous ne le trouverions en prenant les meſures ſur le Bâtiment, parce que la figure de l'intérieur du Navire n'eſt pas exactement ſemblable à celle de l'extérieur, comme nous l'avons obſervé (*Eſſai ſur l'Architecture Navale*, p. 166. lig. 7). Auſſi dans le jaugeage de nos Vaiſſeaux ayant gaillards, il n'y a que dans le cas d'une conſtruction particuliere, que nous ajoutions ou retranchions quelque quantité : quant à ceux ſans gaillards, nous retranchons entre le ſixieme & le douzieme, pour le logement, la cambuſe, &c.

Notre méthode ſe rapportant ſi parfaitement avec la Suédoiſe, c'eſt une raiſon de plus de s'y fier, quand on ne peut pas mieux faire.

* Un Vaiſſeau qui a un pied de plus de creux, peut caler un pied de plus, & naviguer avec autant de ſûreté.

y a beaucoup d'arbitraire dans l'addition ou la ſouſtraction pour cette conſidération : ſans parler d'autres raiſons qui rendent la jauge, ſuivant cette méthode, très-indéterminée.

Si une laſte étoit un certain eſpace, cette maniere de jauger ſeroit encore ſupportable, mais comme c'eſt une quantité peſante, elle n'eſt point du tout raiſonnable *.

---

* Afin de ſe faire une idée nette du jaugeage, il faut ſuppoſer les eſpaces du Vaiſſeau deſtinés pour la charge, remplis d'objets dont la peſanteur uniforme ſpécifique ſoit telle que le Vaiſſeau ſoit calé juſqu'à ſa ligne de charge : au moyen de quoi l'eſpace a un rapport conſtant avec le poids.

Si le Vaiſſeau avec ſon grément, ſon armement & ſes vivres ne peſe que le tiers de ſon déplacement en charge, lequel déplacement eſt d'autant de tonneaux de 2000 liv., qu'il s'y trouve d'eſpace de 28 pieds cubiques, la charge qu'il aura à bord en poids, ſera les deux tiers de celui du déplacement, lorſqu'il ſera calé juſqu'à ſa ligne de flottaiſon de charge. Suppoſant d'un côté que la charge n'aille que juſqu'à la hauteur du niveau de l'eau, & de l'autre que la carene ſoit une enveloppe infiniment mince & ſans peſanteur ; cette charge occupant le même volume que le déplacement, mais peſant un tiers de moins, chaque tonneau de cette charge occupera plus d'eſpace ; il occupera un eſpace d'autant plus grand qu'il peſe moins. La quantité de tonneaux de la charge eſt, ſous le même volume, les deux tiers de celle du déplacement ; le volume du tonneau de déplacement ne doit donc être que les deux tiers de celui de la charge : il eſt de 28 pieds ; celui de la charge ſera de 42 pieds.

La carene n'eſt point une enveloppe infiniment mince & ſans peſanteur ; quant à ſon poids, il eſt compris dans celui du Vaiſſeau ; mais il y a le volume de la charpente. à cette égard il faut ſe ſouvenir que nous avons ſuppoſé la charge ne monter que juſqu'à la hauteur du niveau de l'eau : cependant il y a des eſpaces au-deſſus de l'eau, & il ſe trouve que la cubature de ces eſpaces eſt à peu près égale à celle de la charpente de la carene ; car en ſuppoſant, comme nous l'avons fait dans la note précédente, la ſolidité de la charpente $= \frac{1}{10} a b x^3$, cette quantité peut revenir à la partie de la charge qui ſe trouve au-deſſus de l'eau. Les entre-ponts des Vaiſſeaux de commerce cubent communément plus de la moitié de la ſolidité de la cale, ou plus du tiers de celle du chargement : mais dans les Bâtimens chargés à morte charge, la ligne du faux pont eſt bien au-deſſous de la flottaiſon ; ainſi on peut admettre que la ſolidité des eſpaces deſtinés à recevoir la cargaiſon, eſt égale à celle du déplacement. L'inexactitude de l'expreſſion $\frac{1}{10} a b x^3$, dont nous avons parlé, ne doit cauſer aucune inquiétude, car il en réſulte qu'elle eſt trop forte ; la ſolidité de la charpente eſt réellement une quantité moindre ; & pareillement la partie de la charge qui ſe trouve au-deſſus de la flottaiſon dans les Vaiſſeaux de commerce, dont les eſpaces ſont pleins, & qui ſont à leur charge, eſt moindre. On peut donc établir *le Vaiſſeau être d'autant de tonneaux, que ces eſpaces contiennent de fois 42 pieds cubiques, ſi le Bâtiment armé & avec ſes vivres ne peſe que le tiers du déplacement.*

Mais je laiſſe à penſer, ſi les Vaiſſeaux peſent auſſi peu. S'ils peſent beaucoup davantage, ne devroit-on pas prendre une quantité beaucoup plus grande pour le tonneau ? S'ils peſoient la moitié de leur déplacement, il faudroit prendre 56 pieds.

La ſuppoſition de l'objet de comparaiſon *qui remplit les eſpaces en même tems qu'il charge*, eſt fort naturelle ; il ne ſeroit pas juſte de payer le fret d'une cargaiſon de beaucoup de peſanteur ſpécifique ſeulement à l'eſpace qu'elle contiendroit ; non plus que de ne payer qu'au poids le fret d'une denrée qui rempliroit tous les eſpaces, ſans charger le Vaiſſeau à ſa flottaiſon raiſonnable.

Il ſemble qu'on a cru trouver l'objet de comparaiſon que j'ai ſuppoſé, dans le vin de Bor-

La façon de jauger qu'on emploie en Angleterre, n'a pas directement le but de trouver la quantité de laſtes que le Vaiſſeau peut

deaux. Le tonneau de vin de Bordeaux arrimé avec le plus grand ſoin dans un eſpace fait exprès en parallélipipede rectangle, dont toutes les dimenſions ſeroient commenſurables de celles de la barique, ayant égard à l'engrenûre; ce tonneau de 4 bariques occuperoit un eſpace de 46 pieds $\frac{1}{7}$: c'eſt ce que l'on peut reconnoître par le calcul avec les connoiſſances des premiers élemens de géométrie: la barique a 2 pieds 9 pouces 4 lignes de longueur, & 2 pieds 1 pouce 3 lignes de plus grand diametre. L'engrenûre fait bailler la charge; chaque rang, excepté un, n'occupe en hauteur qu'une quantité qui eſt au diametre dans le rapport du ſinus de 60 degrés au rayon: faiſant le calcul, on trouvera donc, je le répete, que 4 bariques de vin de Bordeaux occupent 46 pieds $\frac{1}{7}$: il eſt vrai qu'elles peſent 2140 liv. avec les fûts, ainſi 2000 liv. n'occupent que 43 pieds $\frac{1}{7}$. Cette quantité n'eſt pas beaucoup plus conſidérable que le tonneau de l'Ordonnance, de 42 pieds: mais la ſuppoſition d'une cale en parallélipipede rectangle commenſurable des fûts, n'eſt point du tout admiſſible: ainſi le tonneau de vin de Bordeaux occupe un eſpace néceſſairement beaucoup plus conſidérable que 42 ou 43 pieds $\frac{1}{7}$. Si un Vaiſſeau entierement rempli de bariques de vin, cale juſqu'à ſa flottaiſon naturelle, le jaugeage à 42 pieds lui ſera beaucoup trop avantageux, & ce Vaiſſeau avec ſon grément, ſon armement & ſes vivres, peſera plus du tiers de ſon déplacement.

Le but de ces obſervations eſt premierement de faire connoître de quel côté eſt l'avantage de l'Ordonnance. Il ſeroit ſans doute conſidérablement de celui de l'Armateur, en faiſant le jaugeage avec une exactitude géométrique, c'eſt-à-dire, en multipliant beaucoup les opérations: Il en réſulte qu'il convient de ſe contenter, lorſque l'on jauge en détail un Bâtiment vuide, de prendre trois largeurs dans une ſection verticale vers le mât d'artimon, trois au milieu, & trois vers le mât de miſaine, comme l'indique plus bas M. *de Chapman*: alors il y a des négligences qui ſeroient tort à l'Armateur, ſi d'ailleurs le tonneau diviſeur ne lui étoit fort avantageux: je m'étendrai en ſon lieu un peu plus ſur cette méthode.

Secondement, de faire voir combien ſont mal fondées les plaintes de pluſieurs Armateurs. Quelques-uns ont un argument qui paroit ſans replique au premier abord; ils préſentent des pieces authentiques ſuivant leſquelles leurs Bâtimens ont porté au-delà du port auquel ils ſont jaugés: mais cette raiſon n'eſt que ſpécieuſe, & le plus ſouvent ne mériteroit d'autre réponſe qu'une peine afflictive pour celui qui a ſurchargé le Navire, & par-là compromis la ſûreté de l'equipage.

Un Vaiſſeau peut prendre une trop forte cargaiſon de deux manieres, ou en ſe chargeant juſqu'à ſa flottaiſon raiſonnable, mais avec des marchandiſes de beaucoup d'encombrement, en plaçant une partie dans des eſpaces qui ne peuvent être deſtinés pour la charge. Un Armateur préſenta un certificat qui conſtatoit que ſon Vaiſſeau avoit porté 4280 quarts de farine, dont il prétend que huit forment ce qu'il appelle le tonneau d'arrimage; il ſeroit donc de 535 tonneaux: ce Bâtiment eſt au plus de 450 tonneaux, également d'arrimage & de poids, & auſſi 4280 quarts ne ſont que 449 tonneaux de 2000 liv., mettant le poids du quart au plus fort (à 210 liv). La queſtion eſt de ſavoir où on a trouvé des eſpaces pour pouvoir charger à fond le Bâtiment d'une denrée de ſi peu de peſanteur ſpécifique; or voici le fait: ce Vaiſſeau a ſes gaillards prolongés de façon que cela lui fait un troiſieme pont, ſur lequel il embarquoit chaloupe & canot, & avoit établi ſes cuiſines; au moyen de quoi on avoit trouvé de la place de reſte dans ſon entre-pont ſupérieur, pour arrimer ce qui n'avoit pu aller de farine dans la cale & l'entre-pont inférieur; je laiſſe à penſer quel fardage! & la bricole que cette maniere de charger devoit donner au Navire! ſe conduire ainſi, c'eſt jouer un jeu à ſe mettre le Vaiſſeau ſur la tête, & en attendant, il doit bien mal naviguer dans cet état: auſſi celui-ci a-t-il fait un naufrage conſidérable à ma connoiſſance, dont on a eu bien de la peine à le ſauver.

Digitized by Google

porter, mais de s'en procurer la capacité, ſur laquelle le Bâtiment paie les droits.

Cette grandeur ſe trouve de la maniere que voici : le produit de la longueur de la quille multiplié par la largeur du Bâtiment en dehors des bordages, & encore par la demi-largeur ; ce produit, dis-je, diviſé par 94, donne la grandeur du Bâtiment en tons. Si le Vaiſſeau porte plus que cette quantité, on dit qu'il porte plus qu'il ne jauge, *& vice versâ.*

Il n'y a pas grande choſe à dire à cet égard, parce que ce n'eſt pas directement le port qu'on demande : cependant la maniere de déterminer la longueur de la quille, ſur laquelle longueur eſt fondée le calcul, eſt fautive. On prend $\frac{1}{7}$ & $\frac{1}{5}$ de la largeur du Bâtiment, pour l'élancement & la quête ; on ſouſtrait ces deux quantités de la longueur priſe à partir du milieu de la liſſe d'hourdi ; on eſtime le reſte être la longueur de la quille. Voici le défaut qui en réſulte.

Que la longueur du Vaiſſeau de l'étrave à l'étambot $= m$, & ſa largeur $= n$: alors la longueur de la quille $= m - (\frac{1}{7} + \frac{1}{5}) \times n$. Et

---

C'eſt une bonne choſe de prolonger les gaillards pour la ſûreté de la navigation ſur de groſſes mers, & pendant la mauvaiſe ſaiſon : cela délivre de l'encaiſſement qui a toujours quelque danger pour les Vaiſſeaux de bas-bord ; mais c'eſt un abus de ſe ſervir de l'eſpace que cela donne de plus pour y placer des marchandiſes : ces ponts doivent être comme dans quelques-unes de nos Gabarres, des ponts ſur gueule, ſous leſquels on doit embarquer les chaloupes & canots, & établir les cuiſines.

Si, ſur les repréſentations de l'Armateur, les Ingénieurs-conſtructeurs avoient voulu paſſer ce Vaiſſeau à 535 tonneaux, & qu'on eût eu pareille quantité de vin à faire charger, on auroit pu compter ſur ce Navire pour cette cargaiſon : cependant dès qu'il en auroit eu embarqué 430 à 450 tonneaux, il auroit été en charge raiſonnable, & ſi on avoit continué à mettre du vin, en profitant des eſpaces où on avoit arrimé de la farine, il auroit calé juſqu'à avoir la liſſe d'hourdi & partie de la voûte ſous l'eau ; il pouvoit être crevé dans cette partie au premier coup de mer conſidérable.

L'autre maniere de ſe ſurcharger, eſt de remplir tous les eſpaces deſtinés à la charge par des marchandiſes d'une peſanteur ſpécifique trop conſidérable, ſans avoir égard à la flottaiſon naturelle du Vaiſſeau : alors il ſe trouve trop calé, ce qui compromet pareillement la ſûreté & le ſervice du Bâtiment ; je ne parle pas de cela ſans connoiſſance de cauſe. J'armai à la Martinique, étant fort jeune, ſur un ſenau de Marſeille, ayant gaillards d'avant & d'arriere ; nous étions calé preſque juſqu'aux dalots ; nous mimes ainſi en mer & nous en avons été quittes à bon marché, parce que nous n'eumes pas de gros tems ; ſi nous avions reçu quelques coups de mer, comme j'en ai vu nombre depuis, nous aurions ſanci ſous la charge ; nous prenions à tout moment par deſſus le gaillard d'avant, de l'eau qui formoit une caſcade le long du fronteau : au ſurplus nous fûmes 96 jours à nous rendre de la Martinique à Marſeille, ſans toucher nulle part ; nous étions dans une grande miſere, manquant de tout. Des Bâtimens qui étoient partis un mois après nous, étoient arrivés avant, & nos Aſſureurs dans une mortelle inquiétude, offrirent ſur la place, la veille de notre arrivée, 25 pour cent de réaſſurance, ſans trouver à

comme

comme $\frac{1}{7} + \frac{1}{8}$ ſont près de $\frac{1}{4}$, on peut dire que la jauge du Bâtiment en tons, d'après la regle précédente, ſera $= \left(\frac{m - \frac{1}{4}n}{94}\right) \times \frac{1}{2}n^2$. Si l'on fait cette expreſſion $= 0$, alors la jauge du Bâtiment ſera $= 0$; il ne pourroit donc rien porter. Il eſt vrai que pour que cela pût avoir lieu, il faudroit que la largeur du Bâtiment fût $\frac{1}{3}$ de la longueur, ce qui n'eſt pas naturel.

Cependant, quand on fait conſtruire à l'entrepriſe, c'eſt l'uſage de donner tant par tons. Il s'enſuivroit de cette maniere de meſurer, que l'avantage de celui qui fait conſtruire, ſeroit de donner * une grande largeur, relativement à la longueur.

Ces deux manieres de jauger étant tout-à-fait défectueuſes, je préſente ici l'idée qu'on doit ſe faire de cette opération qui fait voir la façon de meſurer exactement un Bâtiment, pour avoir la quantité peſante qu'il peut porter.

On ſait que la quantité peſante qu'un Vaiſſeau peut porter, eſt toujours égale au déplacement d'eau qu'elle occaſione (*Paragrap.* 1); il s'agit donc ſeulement de meſurer la partie du Vaiſſeau qui doit plonger dans l'eau, par le poids de la cargaiſon. Cette jauge peut ſe faire avec plus ou moins d'exactitude. Je vais donner ici le procédé pour y parvenir, le plus ſimple, mais auſſi le moins exact.

On ſuppoſe que le Vaiſſeau eſt lége, lorſqu'on veut le jauger; on en releve les tirans-d'eau de l'avant & de l'arriere en cet état: enſuite on détermine les tirans-d'eau de l'avant & de l'arriere qu'il doit avoir en charge: delà, on a la quantité de pieds dont chaque extrémité doit caler; on ajoute ces deux quantités, & on prend la moitié de leur ſomme. On aura de connu; 1°. la quantité dont le Vaiſſeau doit caler par l'effet de ſa charge; 2°. ſa longueur que l'on meſure droit à partir de la liſſe d'hourdi; 3°. ſa largeur que l'on prend en dehors des bordages: on entre-multiplie ces trois dimenſions, & on en diviſe le produit, ſi le Bâtiment eſt plein dans ſes extrémi-

faire affaire, tant on croyoit le Vaiſſeau aventuré. Nous gouvernions ſi mal que nous nous jetâmes ſur une roche à l'entrée du Port, dont nous nous retirâmes heureuſement avec un prompt ſecours. Si le Capitaine avoit été dans le cas de freter ſon Navire au Roi, & qu'il eût voulu établir ſon jaugeage ſur cette cargaiſon, la juſtice qu'on eut dû rendre à ſa repréſentation, eut été de le faire pendre pour avoir navigué ainſi.

* On ne peut ſortir de certaines bornes à cet égard. Quel avantage y auroit-il d'avoir à bas prix un Bâtiment qui ne vaudroit rien du tout?

tés, par] 110; ſi au contraire il eſt taillé, par 115; & on aura le port du Vaiſſeau en laſtes fortes: mais ſi le Navire étoit une Flûte ou de la forme d'une Flûte, conſervant ſa grande largeur ſur preſque toute ſa longueur, & juſques fort près des extrémités, on prendroit 105 pour diviſeur.

Par exemple: un Vaiſſeau a de longueur, droit devant la liſſe d'hourdi, 134 pieds, & de largeur en dehors des bordages, 34 pieds.

Suppoſons qu'il ait de tirant-d'eau, lége, de l'arriere 12 pieds, de l'avant 8 pieds 7 pouces; ſuppoſons auſſi que le tirant-d'eau en charge, ſera à l'arriere de 19 pieds, & à l'avant de 18; ſouſtrayant 12 pieds de 19, reſtera 7; & 8 pieds 7 pouces de 18, reſtera 9 pieds 5 pouces, qui ajoutés à 7 pieds, feront 16 pieds 5 pouces, dont la moitié eſt 8 pieds 2 pouces $\frac{1}{2}$, quantité de laquelle la charge doit faire caler le Vaiſſeau. Multipliant 134 pieds, 34 pieds & 8 pieds 2 pouces $\frac{1}{2}$ entr'eux, on aura pour produit 37400.

Si le Bâtiment eſt une Barque, ou qu'il ſoit plein dans ſes extrémités, cette quantité doit ſe diviſer par 110, & le port du Bâtiment ſera de 340 laſtes fortes: ſi c'eſt une Frégate ou un Bâtiment très-taillé de l'avant & de l'arriere, le diviſeur ſera 115, & le Vaiſſeau portera 325 $\frac{1}{2}$ laſtes fortes: ſi ce Navire eſt plus plein haut & bas, ainſi qu'aux extrémités, on pourroit employer pour diviſeur 112, & il porteroit 333 $\frac{11}{14}$ laſtes fortes.

Cette maniere de jauger dépend auſſi en partie du coup d'œil, pour juger le plus ou le moins de façon du Vaiſſeau, & choiſir en conſéquence ſon diviſeur: c'eſt ce à quoi un peu d'application & l'habitude font parvenir. On ne doit pas s'y tromper de 5 laſtes; & il eſt arrivé, avec la maniere ordinaire de jauger, de s'être trompé de 40 laſtes fortes, pour des Bâtimens de cette grandeur.

On pourroit faire l'opération avec plus d'exactitude, en prenant pluſieurs largeurs indépendamment de celle du milieu, & alors on ne devroit pas ſe tromper d'une laſte; mais comme cela exigeroit plus de tems, pour prendre les meſures & pour les calculs, je n'en dirai rien.

Quand il eſt queſtion d'entrer en chargement, il faut faire attention à ne prendre à bord que la charge qui convient, pour que le Vaiſſeau puiſſe marcher.

Par exemple: ſi le Bâtiment a ſon leſt à bord lorſqu'on le jauge, il faut en ajouter le poids au port dont on a trouvé qu'eſt le Navire:

Digitized by Google

mais ſi l'eau, les vivres, les canons & munitions, &c. ne ſont pas à bord; s'il y manque ſeulement un cable, une voile ou quelque choſe de ſemblable, leurs poids une fois connus, doivent être ſouſtraits du port qu'a donné le jaugeage.

Pour eſtimer ces objets, on peut ſuppoſer que les vivres avec les fûts & le bois pour un homme, pendant un mois, peſent 186 liv. de vivres *. L'eau auſſi pour un homme, pour le même tems, 217, liv. **: l'homme même avec ſes effets, 260 livres.

Quand on connoît le nombre d'équipage du Bâtiment, le tems pour lequel il doit être approviſionné & prendre de l'eau, il n'eſt plus difficile de trouver le poids total de ces objets.

Le poids d'un canon de 12 avec ſon affût, les bragues & palans, eſt à peu près de 13 skiponds; celui d'un canon de huit avec *idem*, de 10 skiponds; de 6, 8 skiponds; de 4, 6 skiponds; de 3, 4 $\frac{1}{2}$ skiponds; de 2, 3 $\frac{1}{2}$ skiponds: le tout poids de fer ***. La poudre,

* Cela ſeroit 160 liv., poids de marc; il paroît que ce n'eſt que 150, ou 5 liv. par jour.
** 187 livres, poids de marc, ou 6 livres $\frac{1}{2}$ par jour.
*** La longueur de nos canons & leur poids, ainſi que celui de l'affût & de la charge de combat, eſt à peu près, comme on peut le voir ci-deſſous.

Calibre.	longueur.	Poids du Canon.	Poids de l'Affût.	Poids de la charge de combat.
36 liv.	9 p. pou.	7250 liv.	1283 liv.	14 liv. 0 on. 0 g.
24	8 6	5250	936	9 5 2
18	8	4120	735	7 3 4
12	7 8	3260	547	5 11 0
8	6 10	2230	437	4 6 0
6	6 2	1690	332	3 8 0
4	5 6	1100	262	2 5 2

Quant aux manœuvres, la longueur des garants des trois palans, (les deux de côtés & celui de retraite) eſt proportionnée à la longueur du canon; leur groſſeur peut être de 3 pouces $\frac{1}{4}$, pour le 36; de 3 pouces, pour le 24, & ainſi des autres, diminuant un quart de pouce à chaque calibre.

Les bragues ont auſſi leur longueur déterminée par celle du canon, qui, à bout de brague, doit avoir ſa tranche à un pied & demi du bord; leur groſſeur pour le 36, eſt de 7 pouces $\frac{1}{2}$; pour le 24, de 7 pouces, &c., diminuant ainſi un demi-pouce à chaque calibre.

La longueur des aiguillettes, eſt de 10 à 12 braſſes; leur groſſeur, comme celle des palans.

La longueur des garants de palanquins de ſabords eſt pour le 36, de 5 braſſes $\frac{1}{2}$; pour le 24, de 5 braſſes, &c., diminuant ainſi $\frac{1}{2}$ pied pour chaque calibre: leur groſſeur pour du

les boulets, valets, &c. doivent peſer le huitieme du poids du canon & de ſon affût, en tems de guerre; en tems de paix, moins.

La cuiſine & les inſtrumens du Coq (s'ils manquent à bord) peuvent être eſtimés à 30 liv., pour chaque homme de l'équipage.

Il faut voir de même, s'il manque cables, grêlins, auſſieres ou autres parties de gréement. Le quarré de la circonférence d'un cordage, diviſé par 4, donne le poids de la braſſe * dudit cordage.

---

36 & du 24, de 2 pouces $\frac{1}{2}$; pour du 18 & du 12, de 2 pouces; pour du 8 & au-deſſous, 1 pouce $\frac{1}{2}$.

La groſſeur des itagues de ſabords, d'un quart de pouce de plus que celle des palans de canons.

La longueur des rabans ou bridons de volée, eſt de 6 braſſes, pour le 36; 5 braſſes $\frac{1}{2}$, pour le 24, &c., diminuant $\frac{1}{2}$ braſſe, &c.; leur groſſeur pour le 36, 2 pouces $\frac{1}{2}$; pour le 24, 2 pouces, &c., diminuant $\frac{1}{4}$ de pouce.

La longueur des rabans de ſabords, eſt de 3 braſſes; leur groſſeur, de deux pouces à 2 pouces $\frac{1}{4}$, ſuivant le calibre.

La gaule de refouloir qui peut avoir l'écouvillon à ſon autre bout, a pour le 36, 1 pouce $\frac{1}{2}$ de diametre, & diminue d'une ligne pour chaque calibre; le bouton de refouloir a pour diametre celui du boulet, & pour longueur le diametre du canon. L'écouvillon a 10 pouces de longueur, pour le 36, & diminue de $\frac{1}{2}$ pouce pour chaque calibre.

Il y a une autre gaule qui eſt garnie d'une cuiller de cuivre, de même diametre que celle du refouloir; cette cuiller a trois calibres & demi de longueur; il peut y avoir à l'autre extrémité de la gaule, un tire-bourre de 8 pouces de longueur pour le 36, diminuant d'un $\frac{1}{2}$ de pouce pour chaque calibre inférieur.

Les deux pinces de fer de chaque canon ont 4 pieds $\frac{1}{2}$ de longueur pour le 36, diminuant de 2 pouces pour chaque calibre; 1 pouce $\frac{1}{2}$ de diametre au gros bout, auſſi pour le 36, diminuant d'une ligne pour chaque calibre, & 5 pouce $\frac{1}{2}$ au petit bout, diminuant de $\frac{1}{4}$ de pouce.

Les barres d'anſpect ont de longueur 6 pieds, 5 pieds 8 pouces, 5 pieds 4 pouces, 5 pieds 1 pouce, 4 pieds 10 pouces, 4 pieds 2 pouces, & 3 pieds 8 pouces pour les 7 calibres.

Au moyen de ces renſeignemens, on peut ſe procurer le poids du gréement de chaque canon, ainſi que de toutes les munitions de guerre, pour un nombre de coups déterminé. Le huitieme du poids du canon & de ſon affût, n'eſt que pour 20 coups.

* La braſſe Suédoiſe eſt de 6 pieds Suédois.

Cette opération paroît donner, pour le poids du cordage, une quantité un peu trop forte. Il ſemble que pour avoir à peu près le poids d'une de nos braſſes de 5 pieds de Roi, il faudroit diviſer le quarré de la circonférence du cordage par 4,7 ou 4,8: le quotient ſeroit le poids en livre, poids de marc. Il ne faut pas s'attendre de ſe procurer un réſultat d'une exactitude bien ſcrupuleuſe par ce procédé; car le poids des cordages differe ſuivant qu'ils ſont commis au tiers ou au quart; qu'ils ſont plus ou moins gros; qu'ils ſont en auſſieres ou grêlins, &c.: cependant il ſuffit pour l'objet dont il eſt ici queſtion: mais il eſt ſuppoſé que l'on connoit la longueur & la groſſeur des cordages, dont on veut avoir le poids: la longueur des cables, eſt de 120 braſſes; celle des manœuvres eſt donnée par la hauteur de la mâture & l'envergure que détermine le Conſtructeur. Quant à la groſſeur, voici celle de tout le gréement d'un Bâtiment de 30 pieds de largeur, qui ſervira à trouver la circonférence des manœuvres pour toutes ſortes de Vaiſſeaux, dont la largeur ſera pareillement donnée, faiſant une regle de proportion, dont le premier terme ſeroit 30 pieds; le ſecond la groſſeur ou circonférence

Ainſi, l'on veut ſavoir le poids d'un cable de 15 pouces : le quarré de 15 eſt 225 ; diviſant 225 par 4, vous aurez 56 liv. $\frac{1}{4}$

---

du cordage, que l'on trouve ci-deſſous ; le troiſieme, la largeur donnée du Bâtiment, dont on veut connoître la groſſeur du gréement, qui ſera le quatrieme terme. On ajoute communément quelque choſe à la quantité que donne la proportion, pour les Vaiſſeaux du premier rang.

Artimon.	Groſſeur des manœuv. pou.
Étai.	5
Ride-étai.	2
Hauban.	4
Pendeurs ou pantoires.	4
Rides-haubans.	1
Garans de palan.	1
Driſſe.	3
Écoute.	1
Garans de palan de droſſe.	1
Cargues d'artimon.	1
Martinet en double.	2
Batard de racage.	2
Faux martinet.	2
Hource double.	1
Gambes de hune.	1
Vergue ſeche.	
Bras double.	1
Idem, ſimple.	1
Balancines doubles.	1
Idem, ſimples.	1
Marchepied.	1
Pendeurs de bras.	1
Mouſtache.	2
Perroquet de fougue.	
Étai.	2
Hauban.	2
Rides.	1
Itague.	2
Driſſe.	1
Écoutes.	2
Bras.	1
Pendeurs.	1
Balancine.	1
Cargue-points.	1
Cargues-fonds.	1
Bouline.	1
Batard de racage.	1
Gal-haubans.	2
Guindreſſe.	2

Grand mât.	Groſſeur des manœuv. pou.
Étai.	11
Faux-étai.	7
Rides-étai.	3
Rides de faux étai.	2
Hauban.	7
Pendeurs.	7
Rides-hauban.	3
Garant de Caiorne.	3
Idem, de palans doubles.	2
Idem, de ſimples.	2
Idem, de palans d'étai.	2
Idem, du guis du palan d'étai.	2
Idem, du bredindin.	2
Pendeur d'*idem*.	3
Garant du guis d'*idem*.	1
Grande itague.	7
Driſſe.	3
Écoutes.	4
Bras.	2
Pendeur d'*idem*.	3
Balancines à palan.	2
Idem, en double.	2
Cargues-points.	2
Cargues-fonds.	1
Cargues-bouſines.	1
Boulines.	2
Pattes d'*idem*.	3
Treſingage.	1
Gambes de hune.	2
Batard de racage.	3
Callebas d'*idem*.	1
Marchepied.	2
Arraignée.	1
Amure.	6
Grand hunier.	
Étai.	5
Rides-étai.	2
Hauban.	3
Pendeurs.	3

pour le poids de la braſſe de ce cable. Cent braſſes en peſeront donc 5625 liv., ce qui fait à peu près 14 ſkiponds, poids de vivre,

	Groſſeur des manœuv. pou.
Rides-hauban.	1
Palan de mât.	1
Itague double.	3
Idem, ſimple.	3
Fauſſe itague.	4
Galauban.	4
Écoutes.	5
Driſſe.	1
Fauſſe driſſe.	1
Guindreſſe à palan.	5
Garant de palan.	2
Bras.	2
Pendeurs.	2
Balancine.	2
Cargues-points	2
Cargues-fonds.	1
Cargues-boulines.	1
Boulines.	2
Pattes de boulines.	2
Palanquins de ris.	1
Itague d'*idem*.	2
Degorgeoirs ou ſaiſines d'*idem*.	1
Batard de racage.	2
Marchepied.	1
Gambes.	1
Grand perroquet.	
Étai.	2
Rides.	1
Itague.	2
Driſſe.	1
Hauban.	1
Rides.	1
Bras.	1
Pendeurs d'*idem*.	1
Balancines.	1
Cargues-points.	1
Écoutes.	2
Gal-haubans.	2
Boulines.	1
Batard de racage.	1
Mât de miſaine.	
Étai.	10
Rides d'*idem*.	3
Faux étai.	6
Rides d'*idem*.	2
Colier de beaupré.	9

	Groſſeur des manœuv. pou.
Faux colier.	6
Hauban.	6
Pendeurs.	6
Rides-hauban.	3
Garant de caïorne.	3
Idem de candelette.	2
Itague de la vergue.	6
Driſſe à caïorne.	3
Écoutes.	4
Amures.	6
Bras.	1
Pendeurs d'*idem*.	3
Balancines à palan.	2
Idem en double.	1
Cargues-points.	2
Cargues-fonds.	1
Cargues-boulines.	1
Boulines.	2
Pattes de boulines.	2
Trelingage.	1
Batard de racage.	3
Gambe de hune.	2
Callebas de racage.	1
Arraignée.	1
Petit hunier.	
Étai.	5
Rides d'*idem*.	2
Faux étal.	3
Rides d'*idem*.	1
Hauban.	3
Pendeurs.	3
Gal-haubans.	4
Rides.	1
Garans de palan.	1
Itague double.	3
Idem, ſimple.	3
Fauſſe itague.	4
Driſſe.	1
Guindreſſe à palan.	4
Garant du palan.	2
Écoutes.	5
Bras.	1
Pendeurs d'*idem*.	2
Balancines.	2
Cargues-points.	1
Cargues-fonds.	1

ou 17 skiponds, 10 liſponds, poids de fer.

Si le gréement manque entiérement, on peut ſuppoſer que le poids

	Groſſeur des manœuv. pou.
Cargues-boulines.	1
Boulines.	2
Pattes d'*idem*.	2
Palanquins de ris.	1
Itague d'*idem*.	2
Dégorgeoirs ou faiſines.	1
Batard de racage.	1
Marchepied.	1
Gambes.	1
Petit perroquet.	
Étai.	2
Rides d'*idem*.	1
Hauban.	1
Gal-haubans.	2
Rides.	1
Itague.	2
Driſſe.	1
Bras.	1
Pendeurs d'*idem*.	1
Balancine.	1
Cargues-points.	1
Ecoutes.	2
Bouline.	1
Batard de racage.	1
Civadiere.	
Palan de bout.	1
Ecoutes.	1
Pendeurs d'*idem*.	2
Bras.	1
Pendeurs d'*idem*.	2
Balancines.	1
Cargues-points.	1
Cargues-fonds.	1
Mouſtache.	2
Lieures de beaupré.	5
Contre-civadiere.	
Palan de bout.	1
Bras.	1
Balancines	1
Cargues.	1
Grand foc.	
Itagues.	3
Driſſe.	1
Ecoutes.	3
Amure.	2
Faux foc.	
Itagues.	3

	Groſſeur des manœuv. pou.
Driſſe.	1
Ecoutes.	3
Amure.	2
Petit foc.	
Driſſe.	2
Ecoutes.	3
Amure.	2
Voile d'étai d'artimon.	
Driſſe.	1
Ecoutes.	1
Amure.	1
Grande voile d'étai.	
Driſſe	2
Ecoutes.	2
Amure.	2
Voile d'étai du grand hunier.	
Driſſe.	1
Ecoutes	1
Amure.	1
Idem, *d'entre-deux.*	
Driſſe.	1
Ecoutes.	1
Amure.	1
Voile d'étai de perroquet.	
Driſſe.	1
Ecoutes.	1
Amure.	1
Diablotin.	
Driſſe.	1
Ecoutes.	1
Amures.	1
Bonnettes baſſes.	
Driſſe de grande vergue.	2
Idem, de miſaine.	2
Grande écoute.	2
Idem, de miſaine.	2
Grande bouline.	2
Idem, de miſaine.	2
Grande amure.	2
Idem, de miſaine.	2
Balancines d'arboutant.	2
Bonnettes hautes.	
Driſſe du grand hunier.	2
Idem du petit.	2
Ecoutes du grand hunier.	2
Idem, du petit.	2
Amure du grand hunier.	2

du tout *, pour un Vaiſſeau Frégaté à trois mâts, eſt égal à ſon port en laſtes, diviſé par 1,88; mais pour une Barque qui a moins de gréement, par rapport à la charge qu'elle peut porter, on diviſera par 1,98. A l'égard des Quaiche, Galéaſſe, Houcre-yacht, le diviſeur doit être 2,5 : ceci donne une exactitude ſuffiſante pour l'objet qu'on ſe propoſe.

. . . . . .

	Groſſeur des manœuvres. pou.
Amure du petit hunier.	2
Boulines de chacune.	1 1/4
Ecoutes du grand hunier.	2
Idem, du petit.	1 3/4
Bonnettes de perroquet.	
Driſſe, écoutes & amure de chaque.	1
Différentes manœuvres.	
Le maître cable.	15
Celui d'affourche.	14
Gros grêlin.	7
Moyen *idem*.	6 1/2
Grand orin.	6
Petit orin.	3 3/4
Tourne-vire.	6
Boſſe de bout.	6
Garant de capon.	3
Sauve-garde de gouvernail.	4
Sous-barbe.	3
Rides.	1
Palans à fouet & à croc.	2
Idem, de chaloupe à caïorne & de bout de vergue.	2

	Groſſeur des manœuvres. pou.
Palan d'amure.	1 3/4
Idem, de roulage.	3
Remorque de chaloupe.	5
Cablot d'*idem*.	3
Idem, du grand canot.	2
Idem, du petit.	2
Surpente.	7
Filin de chatte	4

Le poids des ancres, eſt la moitié de celui de leurs cables reſpectifs.

Le poids de la garniture en poulies, y compris celles des canons, eſt comme il ſuit :

Vaiſ. de 116 can.	40949 liv.	Frég. de 30 can.	15434 liv.
80 . . .	38939	24 . .	12066
74 . . .	37024	Corv. de 18 . .	7933
64 . . .	33017	12 . .	6809
50 . . .	25015	grande Gabarre	6800

Pour tous Bâtimens Marchands, la garniture en poulies peut peſer autant de livres, qu'ils déplacent de tonneaux.

On en peut eſtimer la hauteur du centre de gravité, pour tous Bâtimens, entre la grande hune & la ligne droite du plat-bord.

* *Le poids du tout*. . . C'eſt apparemment le poids du Vaiſſeau avec ſes agrès, apparaux, armemens, vivres & équipage; car une Barque de 200 laſtes, ladite charge peſant comme 18200 pieds cubes d'eau de mer, déplace 29035 pieds cubes (p. 79, lig. 5) en dehors des membres, & environ 30433 pieds en dehors des bordages. S'il n'étoit ici queſtion que du poids des agrès, apparaux, armemens, vivres & équipage; ces objets peſeroient $\frac{18200}{1,98}$ = 9191; d'où la charge & les agrès = 18200 + 9191 = 27391; cette quantité ſouſtraite du déplacement 30433, il ne reſteroit pour le poids de coque que 3042, ou moins du dixieme du déplacement. Mais ſi c'eſt le poids du Vaiſſeau armé, excepté ſeulement la charge, que M. *de Chapman* entend par *le poids du tout*, le diviſeur 1,98 ne convient pas encore; il faudroit diviſer la charge par 1,5; c'eſt-à-dire, que ce poids du Vaiſſeau = $\frac{18200}{1,5}$ = $\frac{2}{3}$ 18200 = 12133 $\frac{1}{3}$ en effet, 12133 + 18200 = 30433, quantité du déplacement: où il eſt bon de remarquer que le poids du Vaiſſeau armé ſe trouve être les $\frac{2}{3}$ de la charge, ou les $\frac{2}{5}$ du déplacement, ce qui peut être vrai pour les Bâtimens qui n'ont point ou que peu de canons, & qui ne ſont pas très-forts d'échantillon.

Pour

Pour ſe procurer le poids des voiles *, il faut d'abord connoître quelles ſont les eſpeces de toiles dont on ſe ſert, pour les grands & petits Bâtimens.

Grandeur des Bâtimens en laſtes.	400	200	100	50	25
Grande voile & miſaine. . .	A A	A A	A	B	B
Les deux huniers.	A	A	B	C	T : D
Perroquet	T : D	T : D	T : D		
Artimon.	A A	A A	A	B	
Perroquet de fougue.	C	C	T : D	T : D	
Bonnettes.	T : D	T : D	H : D	H : D	
Petit foc.	A A	A A	A	B	B
Voile d'étai d'artimon, & grande voile d'étai. . . .	A	A	B	C	
Voile d'étai de hune. . . .	C	C	T : D	T : D	
	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.
Épaiſſeur des ralingues. } Grande voile & miſ.	$4\frac{1}{8}$ - $4\frac{1}{4}$	4 - $3\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{8}$ - $3\frac{1}{4}$	3 - $2\frac{3}{4}$	
Grand & petit hunier.	$4\frac{1}{4}$ - 4	$3\frac{3}{4}$ - $3\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{4}$ - 3	$2\frac{3}{4}$ - $2\frac{1}{8}$	

T:D ſignifie *toile de tente*, & H:D toile de *Halſingue* ou *Halſingue-due*.

* Voici les mêmes renſeignemens ſur cet objet, ſuivant l'uſage de nos Ports.

VOILES.	Premier Rang.	Second Rang.	Troiſieme Rang.	Quatrieme rang, y compris les Frégates de 26 canons, & Bâtimens juſqu'à 400 tonneaux.	Corvettes & autres Bâtimens au-deſſous de 400 tonneaux.
Grande voile & miſaine.	3 f. p^re.	3 f. p^re.	3 f. 2e.	2 f.	M D
Hunier.	2 f. p^re.	2 f. p^re.	2 f. 2e.	M D	M S
Perroquet.	M D p^re.	M D p^re.	M D 2e.	M S	M S
Artimon.	2 f. p^re.	2 f. p^re.	2 f. 2e.	M D 2e.	M S
Perroquet de fougue. . .	2 f. 2e.	2 f. 2e.	M D p^re.	M D 2e.	M S
Voile d'étai d'artimon, grande voile d'étai & grand foc.	M D p^re.	M D 2e.	M D 2e.	M D *ou* M S	M S
Civadiere.	2 f. p^re.	2 f. p^re.	2 f. 2e.	M D p^re.	M S
Petit foc, voile d'étai haute.	M S	M S	M S	M S	M S

	Eſpeces de toile.	Longueur de la piece.	Largeur.	Peſanteur de toute la piece.	Peſant d'une aune quarrée.
Toile de Stockholm.	A A	56 * aunes.	5 quarts.	57 livres.	0,814 liv.
	A	56	5	52	0,743
	B	56	5	47	0,672
	C	56	5	42	0,597
	T : D	72	4	40	0,555

Quand la hauteur & les largeurs d'une voile ſont connues, on trouve ſuivant le paragraphe 22, leur aire en aunes quarrées : on multiplie cette aire par le poids de l'aune quarrée ; ajoutant à ce produit le poids de la ralingue, on aura celui de la voile.

Lorſque de cette maniere, on aura trouvé le poids de tout ce qui manque à bord du Vaiſſeau, il faudra le ſouſtraire de la quantité de laſtes que le jaugeage a données ; le reſte ſera le véritable port du Vaiſſeau.

Les ralingues peuvent avoir de groſſeur, à peu près, la moitié en ſus de celle des boulines. 3 f. p^re., 3 f. 2e., ſignifient 3 fils, premiere & ſeconde qualité : 2 f. p^re., 2 f. 2e. ; 2 fils premiere & ſeconde qualité : MD, mélis double ; MS, mélis ſimple. Pour les Vaiſſeaux du Roi, ce ſont des toiles des Manufactures Royales. Les Vaiſſeaux de commerce dans les Ports du Ponant, emploient ordinairement des toiles de Rennes, de Dinan & de Locronan ; & comme ces toiles ne ſont pas d'un brin auſſi pur, on les fait plus fortes en matiere, enſorte que la voilure des Bâtimens marchands peut peſer, à proportion de ſa grandeur, autant que celle des Frégates du Roi.

Eſpeces des toiles.	Longueur de la piece.	Largeur de la piece.	Poids de la piece.	Poids du pieds quarré.
3 f. p^re.	48 aunes	21 pouces.	76 livres.	0,247 liv.
3 f. 2e.	48	21	70	0,228
2 f. p^re.	48	21	66	0,215
2 f. 2e.	48	21	60	0,195
MD p^re.	50	21	55	0,172
MD 2e.	50	21	50	0,157
M S p^re.	52	24	46	0,121
M S 2e.	52	24	43	0,113

Nous avons ſuppoſé que l'aune eſt de 44 pouces ; elle eſt exactement de 43 pouces 8 lig.
* L'aune de Suede, eſt 2 pieds Suédois.

Mais pour abréger l'opération du jaugeage, le Jaugeur doit être pourvu d'une table contenant ces calculs tous faits, arrangés de maniere, qu'au premier coup d'œil, il puiſſe voir le poids de ce qui manque.

§ 42.

Du Chargement du Vaiſſeau, ou de la maniere de trouver combien un Bâtiment peut charger d'une certaine eſpece de marchandiſe ; ou bien, s'il eſt chargé, combien il en a pu prendre.

Quand un Vaiſſeau doit charger telles ou telles marchandiſes, il faut ſavoir la quantité qu'il en peut prendre, & pour cela avoir différentes connoiſſances à ce ſujet ; par exemple : que 15 tonneaux de goudron de Finland, 17 tonneaux de brai, 15 tonneaux de de ſel de Gagliarie, 16 tonneaux $\frac{1}{2}$ de ſel de Saint-Hub *, peſent à peu près une laſte forte : que 3 tonneaux $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{3}$ de ſel font un ſalme **, & 4 tonneaux $\frac{1}{2}$ un moj *** : un peu plus un peu moins, car cela varie. Une laſte forte de brai ou de goudron occupe un eſpace de 144 pieds cubiques.

Par la table ſuivante, on voit combien il faut de douzaines de planches de ſap de différentes dimenſions, pour faire une laſte forte, quand elles ne ſont pas trop vertes.

Largeur en pouces.	Longueur en aunes.	Epaiſſeur des planches en pouces.				
		1 pouce.	1 pouce $\frac{1}{4}$	1 pouce $\frac{1}{2}$	1 pouce $\frac{3}{4}$	2 pouces.
8	6	18 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{4}$	10 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$
	7	15 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{2}{3}$	10 $\frac{1}{2}$	9	8
9	6	16 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{6}$	11	9 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{6}$
	7	14	11 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{1}{7}$	8	7
10	6	14 $\frac{1}{6}$	11 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{5}{6}$	8 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{3}$
	7	12 $\frac{2}{3}$	10 $\frac{1}{6}$	8 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{3}{4}$	6 $\frac{1}{3}$
11	6	13 $\frac{2}{3}$	10 $\frac{3}{4}$	9	7 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{2}{3}$
	7	11 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{3}{4}$	6 $\frac{7}{12}$	5 $\frac{3}{4}$
12	6	12 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{5}{6}$	8 $\frac{1}{2}$	7	6 $\frac{1}{6}$
	7	10 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	7	6	5 $\frac{1}{2}$

* Portugal.
** Meſure de Sardaigne.
*** Meſure Portugaiſe.

Voici comme on doit ſe ſervir de cette table :

On demande combien il faut de douzaines de planches d'un pouce $\frac{1}{4}$ d'épaiſſeur, de 10 pouces de largeur, & de 7 aunes de longueur, pour faire une laſte forte : dans la colonne d'un pouce & demi, à l'alignement de 7 aunes, qui appartient à 10 pouces, on trouve 8 $\frac{1}{4}$: c'eſt la quantité de douzaines de planches qu'il faut pour faire une laſte forte. Ce nombre de planches occupe un eſpace de 148 pieds cubiques.

Quand les planches ſont vertes, elles peuvent aller juſqu'à huit pour cent de plus, en peſanteur, mais jamais davantage. Une laſte forte de cette eſpece de planches très-vertes, occupe un eſpace de 137 p. cub.

Pour voir l'utilité de ces connoiſſances :

Suppoſons un Vaiſſeau de retour avec un chargement de ſel : on releve ſes tirans-d'eau ainſi chargé. On trouve, après qu'il a été déchargé, qu'il a porté 5157 tonneaux de ſel Cagliarie : diviſant cette quantité par 15 $\frac{1}{2}$, le quotient ſera 340, qui eſt le port du Vaiſſeau en laſtes fortes. Par conſéquent, rechargeant ce Bâtiment au même tirant-d'eau, il portera un poids de 340 laſtes fortes.

Mais ſi le Navire doit être chargé de marchandiſes tellement volumineuſes, par rapport à leur poids, que le Vaiſſeau ſoit plein, avant qu'il ait calé juſqu'à ſa flottaiſon déterminée, il faut alors connoître la capacité du Vaiſſeau de dedans en dedans.

Il faut donc avoir l'eſpace de la cale en pieds cubiques, que l'on trouve par la méthode ſuivante.

Lorſqu'un Vaiſſeau doit être chargé de marchandiſes ſpécifiquement légeres, il eſt néceſſaire, pour la ſtabilité, d'y embarquer du leſt de fer, de gravier, de ſable ou de quelque choſe de pareil : le leſt étant applani horiſontalement ou parallélement au pont, on meſure la cale trois fois, en trois différens endroits *, c'eſt-à-dire,

* C'eſt, je crois, la méthode à laquelle il eſt bon de s'en tenir, pour jauger les Bâtimens dont la cale eſt parée, en tonneaux de 42 pieds cubiques, vu, que ſi les négligences ſont contre le Freteur, comme je l'ai déjà dit, le diviſeur eſt fort à ſon avantage ; mais comme il faut que tout l'eſpace lui ſoit payé, quand même la nature des marchandiſes l'obligeroit à embarquer du leſt, il faut prendre les largeurs du fonds, au niveau du deſſus de la carlingue.

Pour abreger le calcul, ayant les neuf largeurs à diſtances égales entr'elles, tant ſuivant la longueur, que ſelon la profondeur, on prend le quart des largeurs extrêmes, & la moitié de celle du milieu pour les plans ſupérieurs & inférieurs ; la moitié des largeurs extrêmes, & la largeur entiere du milieu pour le plan intermédiaire. On fait une ſomme de ces quantités,

que l'on prend trois largeurs ou ordonnées par le centre du mât d'artimon; trois autres, quelques pieds en arriere du mât de miſaine; trois autres enfin, au milieu de la diſtance, entre ces deux coupes. Ces trois largeurs, dans chaque coupe, ſe prennent immédiatement ſous le pont, ſur le leſt, & à la moitié de la diſtance entre le leſt & le pont.

On a donc trois largeurs dans trois coupes ou ſections de la cale. L'aire de chacune de ces coupes, ſe trouve en ajoutant la moitié des largeurs priſes ſous le pont & ſur le leſt à la largeur intermédiaire, & multipliant cette ſomme par la moitié de la diſtance du pont au leſt.

On ſe procure la capacité en pieds cubiques, en ajoutant la moitié de l'aire des coupes de l'avant & de l'arriere, à l'aire de la coupe intermédiaire, & en multipliant cette ſomme par la moitié de la diſtance entre les deux coupes extrêmes.

Il faut y joindre les parties compriſes entre ces coupes extrêmes & l'étambot & l'étrave.

Regardant ces eſpaces comme des paroboloïdes, on multipliera * l'aire de chaque coupe extrême, reſpectivement par la moitié de leur diſtance à l'étrave & l'étambot, ce qui en donnera la capacité.

De la ſomme de ces trois quantités, on ſouſtraira l'archipompe, & on aura la capacité de la cale en pieds cubiques.

Il faut auſſi multiplier les eſpaces de l'entre-pont, où il doit être embarqué des marchandiſes.

On diviſe la ſomme de ces différens eſpaces, par la quantité de pieds cubiques de la marchandiſe, qu'il faut pour faire une laſte forte.

Par exemple : il eſt queſtion de charger un Vaiſſeau : le leſt eſt applani de maniere qu'il reſte 12 pieds de hauteur de cale de deſſous barrot, ſur ce leſt. Les meſures doivent ſe prendre en trois endroits;

---

que l'on multiplie par le produit des diſtances entre les opérations ſuivant la longueur & la profondeur. Que a,b,c ſoient les trois largeurs vers le mât d'artimon; A,B,C celles priſes au milieu; α,β,γ celles vers le mât de miſaine p la moitié du creux de deſſous barrots ſur carlingue, ou la diſtance entre les ordonnées : ſuivant la profondeur; L la moitié de la diſtance entre les deux opérations extrêmes, ou la diſtance d'une des opérations extrêmes à celle du milieu : la ſolidité de cette partie de la carene, ſera

$$\left(\tfrac{1}{4}a+\tfrac{1}{2}b+\tfrac{1}{4}c+\tfrac{1}{2}A+B+\tfrac{1}{2}C+\tfrac{1}{4}\alpha+\tfrac{1}{2}\beta+\tfrac{1}{4}\gamma\right)\times p\times L.$$

* Méch. 104.

de l'arriere, au mât d'artimon; de l'avant, à trois ou quatre pieds en arriere du mât de miſaine; & au milieu juſte de la diſtance, entre ces deux coupes.

Suppoſons donc qu'à la coupe de l'arriere, la largeur ſous le pont ſoit = 27 ½ pieds; celle ſur le leſt = 3 pieds; celle intermédiaire (à 6 pieds de deſſous les baux) = 19 ½: la moitié de 27 ½ = 13 ¾; la moitié de 3 = 1 ½: & 13 ¾ + 19 ½ + 1 ½ = 34 ¼, qui, multipliés par 6 (demi-hauteur de la cale) donneront pour produit 208 ½ pieds quarrés, qui eſt l'aire de cette coupe.

Qu'à la coupe du milieu, la largeur ſous le pont ſoit = 30 ½; celle ſur le leſt = 18 ½; celle intermédiaire = 29 pieds: la moitié de 30 ½ = 15 ¼; la moitié de 18 ½ = 9 ¼: & 15 ¼ + 29 + 9 ¼ = 53 ½, qui, multipliés par 6 = 321 pieds quarrés, aire de la ſection du milieu.

Qu'enfin, à la coupe de l'avant, la largeur ſous le pont ſoit = 29 ½; celle ſur le leſt = 5 pieds; celle intermédiaire = 25 ½: la moitié de 29 ½ = 14 ¾; la moitié de 5 = 2 ½: & 14 ¾ + 25 ½ + 2 ½ = 42 ¾, qui, multipliés par 6 = 256 ½ pieds quarrés, aire de la coupe de l'avant.

Pour delà parvenir à avoir la capacité en pieds cubiques, prenez la moitié de 208 ½ = 104 ¼; la moitié de 256 ½ = 128 ¼: & on aura 104 ¼ + 321 + 128 ¼ = 553 ½. Que la diſtance entre les coupes de l'avant & de l'arriere ſoit = 87 pieds, dont la moitié = 43 ½: multipliant 43 ½ par 553 ½, on aura pour produit 24077 ½ pieds cubiques, pour la partie de la cale, entre les deux coupes extrêmes.

Que la diſtance de la coupe de l'arriere, juſques tout-à-fait de l'arriere (juſqu'à l'alonge de marſouin) = 18 pieds, dont la moitié = 9: multipliant 9 par l'aire de cette coupe = 208 ½, on aura pour produit 1876 ½ pieds cubiques, eſpace en arriere du mât d'artimon.

Que la diſtance de la coupe de l'avant, juſques tout-à-fait de l'avant = 16 pieds, dont la moitié = 8 pieds: multipliant 8 par l'aire de cette coupe = 256 ½, on aura pour produit 2052 pieds cubiques; eſpace de l'avant vers le mât de miſaine.

Ajoutant 24077 ½, 1876 ½ & 2052, on a 28005 ¼ pieds cubiques.

Que l'archipompe ait 5 pieds dans un ſens, 4 dans l'autre, ſur 12 pieds de hauteur; ſa capacité ſera 5 × 4 × 12 = 240 pieds cubiques, qui, ſouſtraits de 28005 ¼, le reſte ſera 27765 ¼, pour la capacité de la cale.

Il ne faut d'ailleurs rien ſouſtraire pour les courbes du pont, puiſque même une partie du chargement peut être placée entre les baux, ſi ce ſont de certains objets, comme planches, &c.

Si la partie du chargement qui doit être placée en entre-pont, peut y occuper une longueur de 60 pieds; que l'entre-pont ait une hauteur de $5\frac{1}{4}$ pieds; que ſa largeur d'un bord à l'autre, priſe en dedans des courbes $= 28$ pieds: alors $60 \times 5\frac{1}{4} \times 28 = 9660$ pieds cubiques, qui, ajoutés à $27765\frac{1}{4}$ pieds cubiques, fera $37425\frac{1}{4}$ pieds cubiques, pour tout l'eſpace que le chargement doit occuper dans le Vaiſſeau.

Si le Navire doit ſe charger de planches, on diviſera cette quantité par 148 ou 137, ſelon que les planches ſeront ſeches ou vertes: dans le premier cas, le quotient ſeroit $= 252\frac{129}{148}$, & dans le ſecond $= 273\frac{21}{137}$ laſtes fortes. Ainſi, le Bâtiment, par rapport à ſa capacité, peut charger une quantité peſante de planches $= 252$ ou $= 273$ laſtes fortes, ſuivant l'état où elles ſe trouvent. Mais il nous reſte à voir ſi le Vaiſſeau peut porter cette charge, ſans caler plus que juſqu'à ſa ligne de flottaiſon déterminée.

Suppoſons que le Bâtiment ayant ſon leſt, mais avant que de prendre ſa cargaiſon, ait à caler, pour être en charge, 5 pieds $\frac{1}{4}$ de l'arriere, & 8 pieds $\frac{1}{2}$ de l'avant, de façon que l'épaiſſeur moyenne de la tranche qui doit enfoncer dans l'eau par la charge $= 7$ pieds.

Que la longueur du Navire ſoit $= 134$ pieds, ſa largeur $= 34$ pieds; alors, ſelon le paragraphe précédent, le nombre de laſtes fortes qu'il peut porter $= \frac{134 \times 34 \times 7}{110} = 290$.

Maintenant, ſi les planches qu'on doit embarquer ſont d'un bois verd, elles peſeront 273 laſtes fortes; le Vaiſſeau ne caleroit donc qu'à proportion de ce poids, pour lequel l'enfoncement dans l'eau, doit être $= \frac{273 \times 110}{134 \times 34} = 6$ pieds $\frac{1}{4}$: ainſi il tireroit un quart de pied de moins d'eau, qu'à ſa flottaiſon déterminée.

Si la cargaiſon conſiſtoit en planches de bois ſec, on trouveroit de la même maniere, qu'elle ne feroit caler le Vaiſſeau que de 6 pieds $\frac{1}{3}$, c'eſt-à-dire, de $\frac{5}{6}$ de pied de moins que ſa flottaiſon.

Lorſque l'on veut ſavoir la quantité de douzaines de planches que le Vaiſſeau peut charger, il en faut d'abord connoître la nature.

Suppoſons que la cargaiſon que doit prendre le Bâtiment, conſiſte

en quatre eſpeces de planches, nombre égal de chacune, toutes de 2 pouces d'épaiſſeur: une ſorte de 6 aunes de longueur & 10 pouces de largeur, dont il aille 7 douzaines $\frac{1}{3}$ à la laſte; la ſeconde ſorte de 7 aunes de longueur, de 10 pouces de largeur, de 6 douzaines $\frac{1}{3}$ à la laſte; la troiſieme de 7 aunes de longueur, de 11 pouces de largeur, & de 5 douzaines $\frac{3}{4}$ à la laſte; la quatrieme de 7 aunes de longueur, de 12 pouces de largeur, & de 5 douzaines $\frac{1}{4}$ à la laſte.

On aura le nombre de douzaines de planches de chaque eſpece, en diviſant 253 laſtes par $\frac{1}{7\frac{1}{3}} + \frac{1}{6\frac{1}{3}} + \frac{1}{5\frac{3}{4}} + \frac{1}{5\frac{1}{4}}$, qui, réduit à une expreſſion plus ſimple $= \frac{3}{22} + \frac{3}{19} + \frac{4}{23} + \frac{4}{21}$, & en une ſeule fract. $= \frac{11977}{20184}$. Le quotient de 253, diviſé par cette derniere fraction $= 384$, qui eſt le nombre de douzaines de planches de chaque eſpece; & par conſéquent, tout le chargement ſera $= 1536$ douzaines de planches, tant bois ſec que bois verd.

Si le Vaiſſeau doit charger du goudron, on diviſera $37425\frac{3}{4}$ par 144; & multipliant par 15, on aura 3898 pour la quantité de cette marchandiſe en tonneaux, que le Bâtiment pourra contenir.

Mais pour les chargemens en futailles, on ne peut pas toujours compter ſur cette façon de calculer; parce que pour le peu que la hauteur de la cale ſe trouve trop petite pour y placer une piece, on perd tout un plan, & ſi la même choſe arrive en entre-pont, l'erreur pourroit aller à 16 pour cent.

Si le Vaiſſeau eſt chargé de pluſieurs eſpeces de marchandiſes, pour connoître la quantité de marchandiſes qu'on y a réellement embarqué, ayant pris le tirant-d'eau avant qu'on eût commencé le chargement, on remarque de combien il a fait caler le Navire: ayant donc cette hauteur, ainſi que la longueur & la largeur du Bâtiment, on opere comme ci-devant, & on a un nombre de laſtes égal au poids des marchandiſes. Si c'étoit tout brai ou goudron, multipliant cette quantité de laſtes par 17 ou 15, on en auroit le nombre de tonneaux.

On peut de la même maniere, au moyen des tirans-d'eau, voir de tems à autre, de combien le Vaiſſeau eſt déchargé.

§ 43.

Nous venons de donner le poids de pluſieurs marchandiſes de cargaiſon

cargaiſon ; nous allons donner encore celui de pluſieurs autres, ainſi que quelques inſtructions néceſſaires lorſqu'on a le plan de certaines eſpeces de Bâtimens à dreſſer, & qui peuvent guider dans la diſtribution des emménagemens.

Poids du pied cubique (livre de vivres) des objets ſuivans.*

Plomb.	672	Biſcuit.	26
Fer forgé.	475	Froment.	44,5
Fer coulé	440	Seigle de Finlande. . .	42,6
Sable de goudron.	83	Seigle étuvé.	40,25
Tuile.	116	Orge.	39,5
Chaux.	42	Gruau d'orge.	36,18
Eau de mer.	63	Avoine.	31
Eau douce.	61	Gruau d'avoine.	30
Bois de chêne.	53	Dreche.	28,9
Sapin.	38	Pois.	52,25

* Pour réduire les quantités ci-deſſous, poids de Suéde, du pied cubique de ce Royaume, en livres, poids de marc, du pied cubique, pieds de Roi, il faut multiplier ces quantités par $\frac{2261 \times 0.8638}{1728} = 1{,}1302$; par exemple : le pied cubique d'eau de mer eſt 63 livres ; 63 livres × 1,1302 = 71,2026 livres, poids de marc du pied cubique, pied de Roi. M. *Duhamel* l'a trouvé (*page* XXXIX *de la Préface de ſon Architecture Navale*) de 71 liv. 5 onc. 7 gros, ou 71,375, qui eſt une quantité un peu plus forte que celle de M. de *Chapman* : cependant nous l'eſtimons aſſez communément à 72 livres, & quelques Conſtructeurs à 74 : cette derniere quantité eſt trop forte, ſuivant tous les Phyſiciens. Eſtimant que le tonneau d'eau de mer de 2000 livres occupe un eſpace de 28 pieds, chaque pied ſe trouve de 71,43 livres, & je m'en tiendrois à ce rapport.

Poids du pied cubique de quelques autres objets, meſure & poids de France.

Vin.	69 liv. $\frac{1}{2}$	Poudre à canon.	55 liv.
Vinaigre.	71	Huile d'olive.	63 $\frac{1}{3}$
Eau douce.	69 $\frac{1}{3}$	Biſcuit.	23

Suivant M. de *Chapman*, le pied cubique de biſcuit, réduit à nos poids & meſures, peſe 29 liv. : effectivement les ſoutes que nous faiſons ſur le pied de 23 livres, ſe trouvent toujours trop ſpacieuſes.

Poids du tonneau (en liſponds, poids de vivres) des objets ci-deſſous.*

Sel de Cagliarie.	19	Brai de courone. { Brut. . . .	16,9
Sel de Saint Ubes. . . .	17 ½	Net. . . .	15,4
Bœuf ſalé.	15	Goudron de Finlande. { Brut. . .	19,2
Harengs . . . de 15 à	18	Net. . . .	14,8
Farine de ſeigle.	12		

*Dimenſions des futailles en pieds & pouces**.*

	De dehors en dehors. Longueur totale.	Diametre au milieu.		De dehors en dehors. Longueur totale.	Diametre au milieu.
Pieces de 300 kans. .	4 7	3 6	Vin de B^x^ en doub. fût.	3 5	2 8
Bariques de 72 kans. .	2 9	2 2	Piece d'eau-de-vie de 3 bariq. de Bordeaux.	4 1	3
Baril d'un quintal de poudre.	2 1	1 6	Piece de tabac de Virginie en contenant à peu près 1 200 liv. . .	4	3
Barique de goudron.	2 8	1 11			
Futaille de bœuf, harengs, farine & brai.	2 6	1 10	Piece de ſucre, en conten. à peu près 1700 l.	4 6	3 4
Vin de Bordeaux. . .	3 1 ½	2 4			

* Pour réduire les quantités ci-deſſous de liſponds de 20 liv. de Suede, pour le tonneau de 5,6 pieds auſſi Suédois, en quantité de livres, poids de marc, pour chaque pied cube de France, il faut multiplier leſdites quantités ci-deſſous par $1,1302 \times \frac{20}{5,6} = 4,04$. Par exemple : le tonneau de farine de ſeigle peſe 12 liſponds; $12 \times 4,04 = 48,48$ livres, poids de marc, pour le pied cube, pied de Roi.

** Renſeignemens ſur le même objet, ſuivant notre uſage.

Pieces cerclées en fer.	Dimenſions extérieures. Longueur.	Diametre au bouge.	Diametre au bout.	Poids de la piece.	Contenance en pintes de 48 pouces cub.
De 4 bariques.	4 7 0	3 4 6	2 11 6	379 liv.	1040 pintes.
De 3 *idem*	4 5 0	2 11 0	2 6 0	292	780
De 2 *idem*.	4 1 0	2 6 0	2 2 0	242	520
Barique.	2 11 0	2 2 0	1 11 0	120	260
Demi-barique.	2 4 0	1 9 0	1 6 0	61	130
Barique de Bordeaux. . . .	2 9 4	2 1 3	1 10 10	86	232
	Dimenſions intérieures.				
	2 4 0	1 11 9	1 9 3		

Eſpaces qu'occupent les marchandiſes ſuivantes en pieds & pouces.

	Longueur	Largeur.	Hauteur.
Une balle de chanvre de Petersbourg, de 5 ½ skip.	8	4 6	4
Balle de coton de Smirne, de 300 à 320 liv. . .	7	2 10	2
Caiſſe de thé entiere.	2 11	2 5	2
Quart de caiſſe de 60 cattjes.	1 11	1 5	1 8
Dito . . . de 25 *dito*.	1 5	1 1	1 3
Dito . . . de 10 *dito*.	1 1	0 10	0 11
Caiſſe de porcelaine.	3 4	2 6	1 8

Une laſte forte de chanvre, occupe, à peu près, un eſpace de 340 pieds cubiques, & celle de coton, 640 pieds cubiques.

Le bois de corde de bouilleau de Finlande, eſt coupé à 6 quarts d'aune de longueur, & cette corde a quatre aunes de longueur & trois aunes de hauteur; elle peſe à peu près 3 skiponds, poids de vivres.

Une brique de Stockholm de 12 pouces ſur 6 pouces & 3 pouces, peſe entre 14 & 15 livres, & les 8 font le pied cubique.

Ces marchandiſes n'ont pas toujours préciſément le même poids; elles varient ſuivant leur qualité, de maniere qu'elles peſent, tantôt plus, tantôt moins.

Un tonneau pour les denrées ſeches = 5,6 pieds cubiques : 56 kans au tonneau, & 32 kappars auſſi au tonneau.

Un tonneau pour les denrées liquides, contient 48 kans; 8 quarts pour chaque kan.

Barils de poudre.	Dimenſions extérieures. Longueur.	Diametre au bouge.	Diametre au bout.
De 100 livres.	1 11 0	1 3 6	
De 50	1 6 0	1 0 0	
De 25.	1 2 0	0 9 6	
Quarts de farine.	2 3 0	1 7 0	1 5 0

(*Nota.*) La pinte que nous ſuppoſons de 48 pouces cubiq., eſt exactement de 47,285 pou.

(*Nota.*) La demi-barique s'appelle communément quart, comme les deux tiers de barique s'appellent tierçon, parce qu'on les rapporte à la piece de deux bariques.

Une laſte forte = 18 skiponds, poids de fer ; 5 skiponds poids de fer = 4 skiponds, poids de vivres ; 20 liſponds font un skipond ; 20 livres font un liſpond ; 16 onces font une livre, 32 lods font auſſi une livre.

Mille livres, poids de Suede = 863,8 livres, poids de France, (poids de marc) = 932,4 livres, poids d'Angleterre.

Cent laſtes fortes Suédoiſes = 248 $\frac{4}{7}$ tonneaux de France = 239 $\frac{3}{4}$ tons Anglois.

Un pied Anglois = 12 $\frac{1}{16}$ pouces Suédois.
Un pied François = 13 $\frac{1}{8}$ *idem.*
Un pied Hollandois = 11 $\frac{9}{20}$ *idem.*
Un pied Hambourgeois = 11 $\frac{11}{20}$ *idem.*

Le pik dont on ſe ſert à Conſtantinople = 34 $\frac{1}{4}$ pouces Suédois.

Diametre ou calibre des canons en pouces, à peu près.

24 = 6 pou. $\frac{1}{4}$	18 = 5 pou. $\frac{11}{16}$	12 = 5 pou.	8 = 4 pou. $\frac{3}{8}$
6 = 3 $\frac{15}{16}$	4 = 3 $\frac{7}{16}$	3 = 3 $\frac{1}{8}$	2 = 2 $\frac{1}{4}$

Long. des pieces courtes { pour le boulet = 3 $\frac{1}{2}$ diametres du boulet. / pour la balle de plomb = 4 diam. de la bal.

Poids que peſe un pied de longueur de fer des eſpeces ſuivantes, en poids de vivres.

Epaiſſeur du fer.	Quarré.	Octogone.	Rond.	Epaiſſeur du fer.	Quarré.	Octogone.	Rond.
3 pou.	29,45 liv.	24,27 liv.	23,14 liv.	1 pou. $\frac{1}{4}$	5,11 liv.	4,14 liv.	4,02 liv.
2 $\frac{1}{2}$	20,45	16,85	16,07	1 $\frac{1}{8}$	4,14	3,41	3,25
2 $\frac{1}{4}$	16,56	13,65	13,02	1	3,27	2,70	2,57
2	13,09	10,79	10,29	$\frac{7}{8}$	2,51	2,06	1,97
1 $\frac{7}{8}$	11,50	9,48	9,04	$\frac{3}{4}$	1,84	1,52	1,45
1 $\frac{1}{2}$	10,02	8,26	7,87	$\frac{5}{8}$	1,28	1,05	1,00
1 $\frac{1}{4}$	8,64	7,12	6,79	$\frac{1}{2}$	0,81	0,67	0,64
1 $\frac{1}{8}$	7,36	6,07	5,78	$\frac{3}{8}$	0,46	0,38	0,36
1 $\frac{1}{8}$	6,19	5,10	4,86	$\frac{1}{4}$	0,20	0,17	0,16

Suivant cette Table, un pied d'une barre de fer quarré de 1 pouce $\frac{1}{8}$ d'épaiſſeur, peſe 4,14 livres; ſi cette barre eſt octogone, il peſera 3,41 livres, & ſi elle étoit ronde, 3 $\frac{1}{4}$ liv.; poids de vivres.

D'après l'Ordonnance de 1759, touchant la ration des Matelots * à bord des Vaiſſeaux marchands, chaque homme a par mois ou pour 30 jours :

Gruau.	23 $\frac{1}{2}$	quarts.
Pois.	45	*idem.*
Morue.	8 $\frac{1}{5}$	livres.
Bœuf ſalé.	13	*idem.*
ou lard ſalé.	8 $\frac{1}{5}$	*idem.*
Biſcuit	21 $\frac{1}{2}$	*idem.*
Beurre.	4 $\frac{1}{8}$	*idem.*
Mais le beurre manquant, huile.	4 $\frac{1}{2}$	quarts.
Vinaigre.	2 $\frac{1}{4}$	*idem.*

* Renſeignemens ſur le même objet, d'après nos Réglemens, pour les Bâtimens du Roi.

Pour chaque hom.	Pendant les 35 premiers jours.	Pendant les 25 jours ſuivans.	Pendant les 30 jours ſuivans.	Tot. pour les 3 prem. mois.	Pendant le mois ſuivant, & ainſi des autres.
Biſcuit.	39 l. 6 on.	28 l. 2 on	33 l. 12 on	101 l. 4 on.	33 l. 12 on
Vin { Par jour $\frac{1}{4}$ de pin. de 23 on. }	50 5	35 15	43 2	129 6	43 2
Lard.	10 di. 3 12	7 di. 2 10	12 di. 4 8	10 14	21 di. 7 14
Bœuf ſalé.	5 di. 2 8	3 di. 1 8	5 di. 2 8	6 8	0 0
Pieds & têtes. . . .	5 di. 2 13	3 di. 1 11	0 0	4 8	0 0
Morue.	15 di. 3 12	0 0	0 0	3 12	0 0
Huile.	0 15 $\frac{9}{10}$	0 7	0 7	1 13 $\frac{7}{10}$	0 7
Vinaigre.	1 8 $\frac{4}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$	2 6 $\frac{4}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$
Fromage.	0 0	2 di. 0 6	8 di. 1 8	1 14	4 di. 0 12
Pois.	12 ſo. 3 0	4 di. & 8 ſo. } 3 0	2 di. & 10 ſo. } 3 0	9 0	2 di. & 10 ſo. } 3 0
Féves.	12 ſo. 3 0	12 ſo. 3 0	12 ſou. 3 0	9 0	12 ſo. 3 0
Ris.	11 ſo. 1 6	9 di. & 2 ſo } 1 6	1 di. & 10 ſo. } 1 6	4 2	1 di. & 10 ſu. } 1 6
	111 6 $\frac{3}{10}$	78 7 $\frac{9}{10}$	93 9 $\frac{2}{10}$	284 8 $\frac{1}{10}$	93 11 $\frac{3}{10}$

On embarque environ un quart en ſus de vin, pour les demi-rations des Officiers-Mariniers, & autres ayant droit.

On embarque pour les campagnes de la Méditerranée, un ſixieme de moins de viandes ſalées, & pour celles de l'Amérique un douzieme : quantités que l'on juge pouvoir fournir en viandes fraiches dans les lieux de relâche.

Digitized by Google

De biere ordinaire 15 kans, tant qu'elle dure; ſans cela 6 quarts de vin par jour, quand on en peut avoir; harengs, à la volonté du Capitaine.

On compte ordinairement ſur 1 ½ kan d'eau par jour, par homme; mais on ne prend jamais pour autant de temps d'eau que des autres proviſions.

La connoiſſance de ces détails eſt très-néceſſaire. Par exemple: on a à faire le plan d'un Vaiſſeau, pour lequel on ne peut ſe ſervir des proportions données dans les paragraphes 25 & 28, parce que ce Bâtiment a un autre objet que le commerce ou la courſe. Il faut connoître le poids du bois, du fer, &c., qui doivent entrer dans la conſtruction du Navire, de même que celui de tous les autres objets qui peuvent lui appartenir; ces poids ajoutés à celui

---

Dans les Vaiſſeaux qui ont peu de cale, ou pour d'autres raiſons, on embarque quelquefois de l'eau-de-vie en place d'une partie du vin; la ration de cette boiſſon eſt le quart de celle du vin.

Il n'eſt pas dit que l'on fourniſſe abſolument la ration comme elle eſt établie ci-deſſus: on peut embarquer plus d'une denrée & moins de l'autre; mais dans la diſtribution, on obſerve toujours la proportion que l'on peut reconnoître dans la table ci-deſſus. On embarque une certaine quantité de farine en place de biſcuit; ce que l'on prend de farine, doit peſer un tiers en ſus du biſcuit qu'elle remplace.

On embarque ſur le pied d'une barique & un quart d'eau par jour pour cent hommes. L'eau ſe met dans des pieces cerclées en fer; le vin de même, excepté celui qui doit ſe conſommer dans le premier mois de la campagne. Les ſalaiſons ſont dans des fûts ordinaires; la farine dans des quarts fort légers: on a donné le poids & les dimenſions de ces différents articles de tonnellerie.

Le biſcuit & les légumes ſe mettent en ſoutes.

On embarque de bois pour les cuiſines, pour chaque mois de campagne, les quantités ci-deſſous ſpécifiées.

Vaiſſeaux	de 100 canons.	20 cordes de 2 pieds ½ à 3 pieds de longueur.	*ou* 550 quintaux.
	de 80 *idem*.	18	*ou* 500
	de 70 à 74.	15	*ou* 425
	de 60 à 64.	12	*ou* 300
	de 50	10	*ou* 250
Frégates	de 30 & groſſes Flûtes.	6	*ou* 150
Corv. au-deſſous	de 30 & petites Flûtes.	4	*ou* 100
Bâtiment au-deſſous	de 50 hommes. . .	2	*ou* 50

Le bois d'arrimage ſe prend en ſus de ces quantités.

qu'il doit porter, donnent le déplacement ſur lequel il faut ſe régler en dreſſant le plan.

Si c'eſt l'eſpace de la cale ſur lequel il faille tabler, pour charger en grenier quelque eſpece particuliere de grain, le tirant-d'eau du Bâtiment déterminé, on peut, connoiſſant la quantité & la peſanteur ſpécifique du grain, ſe procurer la capacité néceſſaire de la cale. On emploie ordinairement pour cette meſure, le *kapor*, partie du tonneau.

Si le chargement doit ſe faire en futaille, que ce ſoit viande ſalée, harengs, vin ou autres choſes pareilles, il ne ſera pas difficile d'après le nombre de futailles, leur grandeur & leur poids, de déterminer la grandeur du Bâtiment, & d'en arrêter le creux, ainſi que la hauteur d'entre-pont, de façon qu'on ne perde pas trop d'eſpace dans l'arrimage.

Lorſqu'il faut faire les emménagemens pour les vivres, comme le pain; les légumes, ſavoir, pois, gruau, &c., qu'on connoît la force de l'équipage, & le temps pour lequel le Vaiſſeau doit être approviſionné, il eſt aiſé de déterminer la capacité que doivent avoir les ſoutes: & il eſt d'autant plus néceſſaire de travailler juſte à cet égard, qu'il y a toujours dans les Bâtimens très-peu de place pour les choſes eſſentielles, ſur-tout dans les Vaiſſeaux de guerre. Si l'on en prend trop pour une choſe, elle manquera pour une autre.

Par exemple: ſi l'on veut ſavoir la grandeur qu'il faut donner à la ſoute à pain, d'un Vaiſſeau de 24 hommes d'équipage, qui doit être approviſionné pour ſix mois:

Ce qui revient de biſcuit à un homme pour un mois, peſe 21 $\frac{1}{2}$ liv.; c'eſt pour ſix mois 129 livres, & par conſéquent 3096 livres pour tout l'équipage, pour ſix mois. Le pied cubique de biſcuit peſe 26 livres; diviſez ce nombre 3096 par 26, le quotient ſera 119 pieds cubiques, qui eſt l'eſpace que le biſcuit doit occuper, étant bien arrimé.

On trouvera de même l'emplacement qu'il faut pour mettre les pois: un homme devant en avoir 45 quarts par mois, c'eſt-à-dire, 270 quarts pour 6 mois, & par conſéquent 6480 quarts pour tout l'équipage, pour ce même tems, cela fait 810 kans ou 14 tonneaux $\frac{1}{2}$; & comme le tonneau contient 5,6 pieds cubiques, multipliez cette

quantité 5,6 par 14 $\frac{1}{2}$, le produit ſera 81 : donc il faudra pour les pois un eſpace de 81 pieds cubiques.

Il faut cependant donner un peu plus d'eſpace, que ne le donne le calcul, & cela dépend de l'endroit où on peut pratiquer l'ouverture des ſoutes.

Pareillement, ſi le Vaiſſeau doit prendre pour trois mois ou 91 jours d'eau, à un kan $\frac{1}{3}$ par homme par jour, ce qui fait pour un homme pour trois mois 121 kans $\frac{1}{3}$, & par conſéquent 2912 kans pour tout l'équipage, diviſant 2912 par 300, on aura 9 grandes pieces, & de plus trois bariques de 72 kans. L'on trouve l'eſpace que ces futailles doivent occuper, au moyen de leurs dimenſions.

Par des procédés pareils, on trouve d'après les dimenſions des barils de poudre, la longueur & le diametre des gargouſſes remplies; la grandeur qu'il faut donner aux ſoutes & coffres à poudre, & leur diſtribution.

TABLE

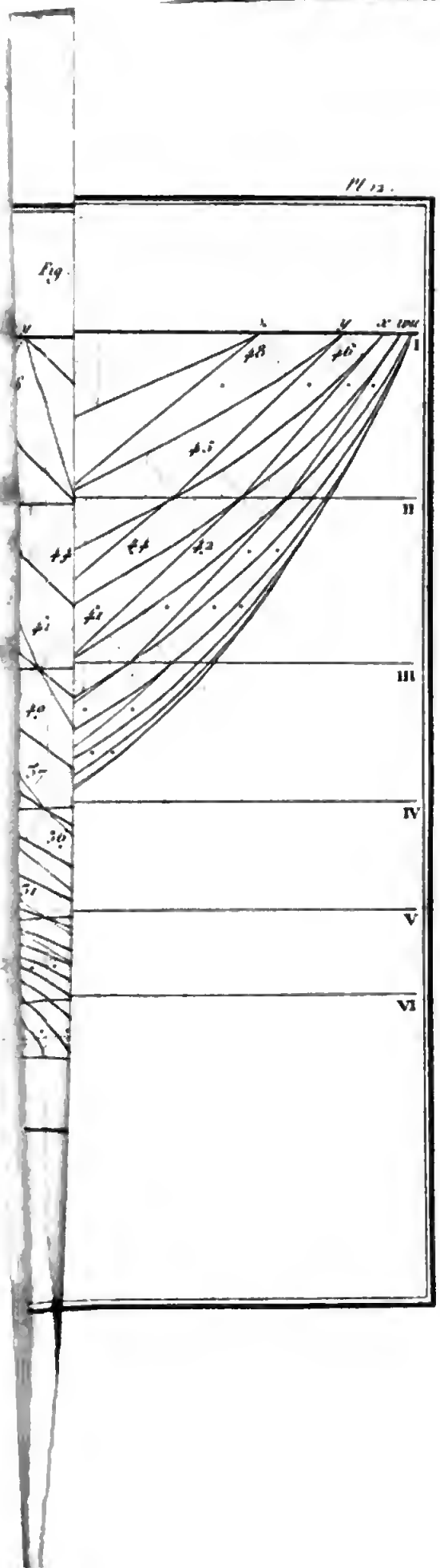
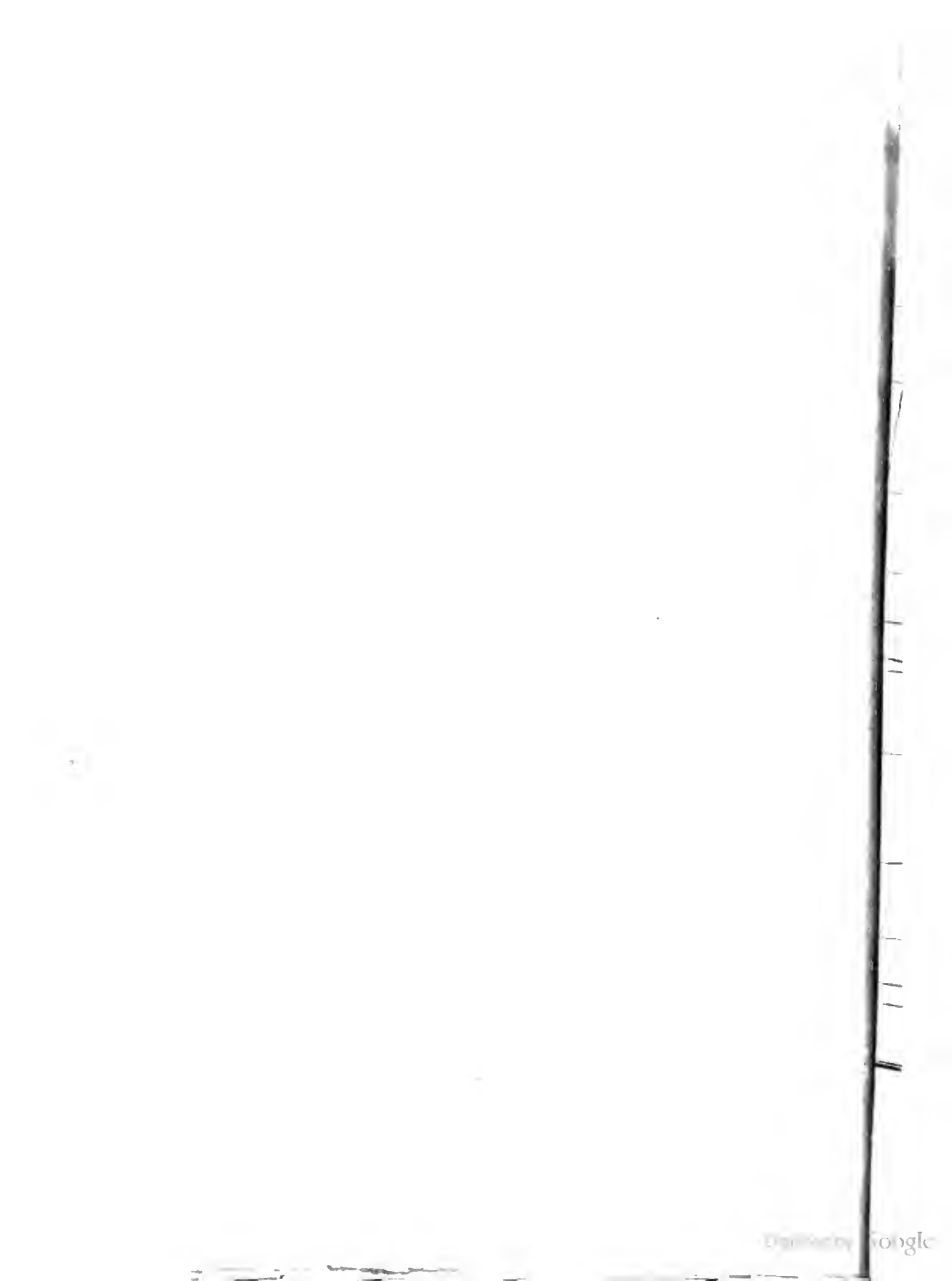


Fig.
I
II
III
IV
V
VI



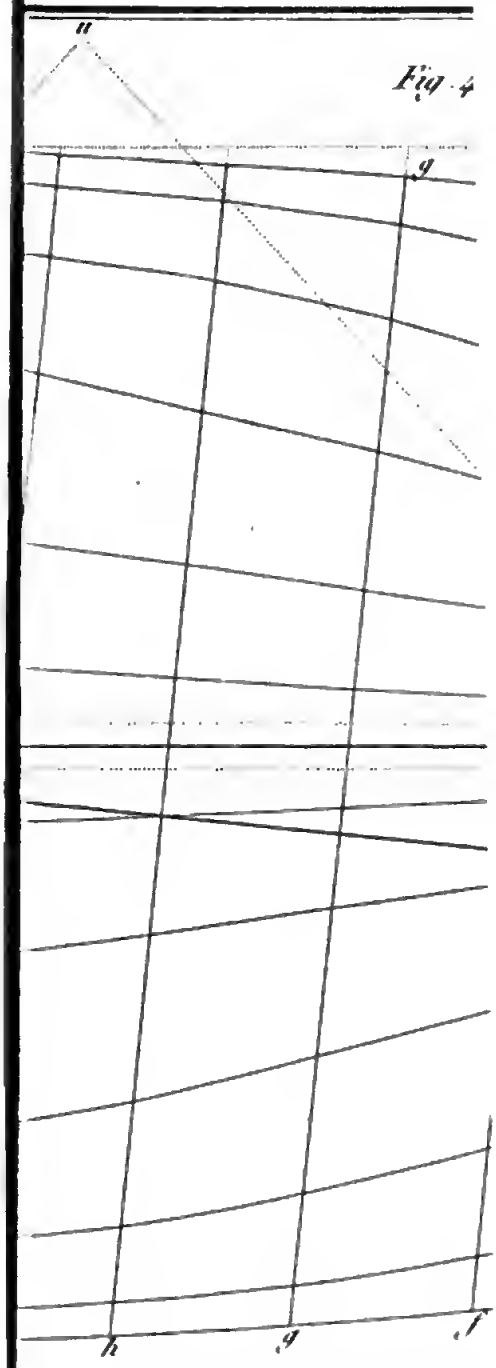


Fig. 4

Digitized by Google

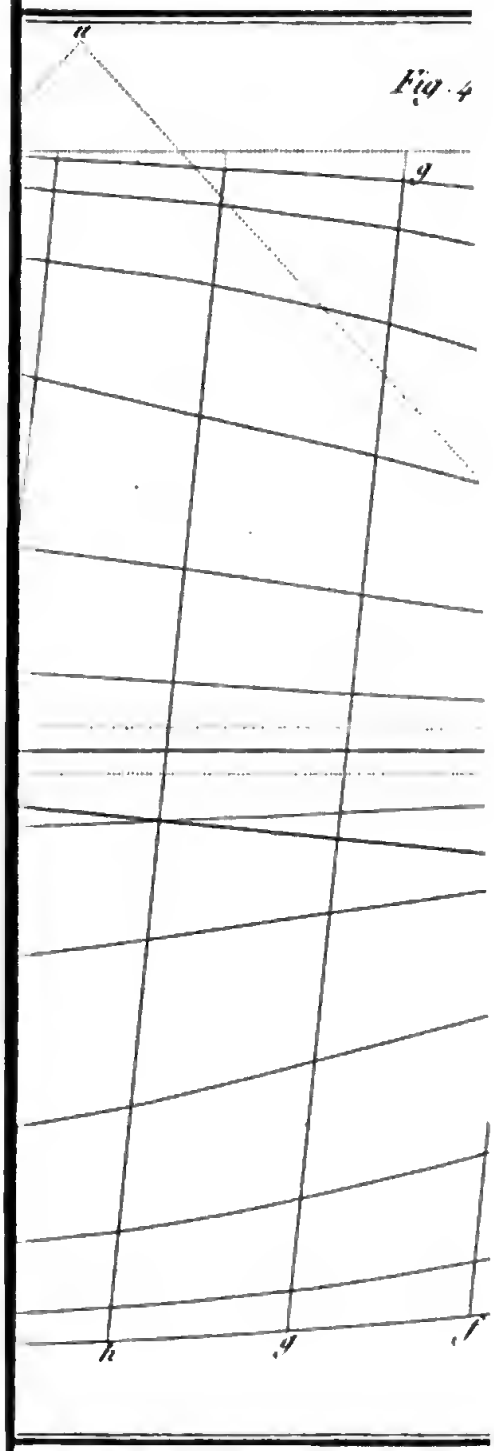


Fig. 4

Pl 14.

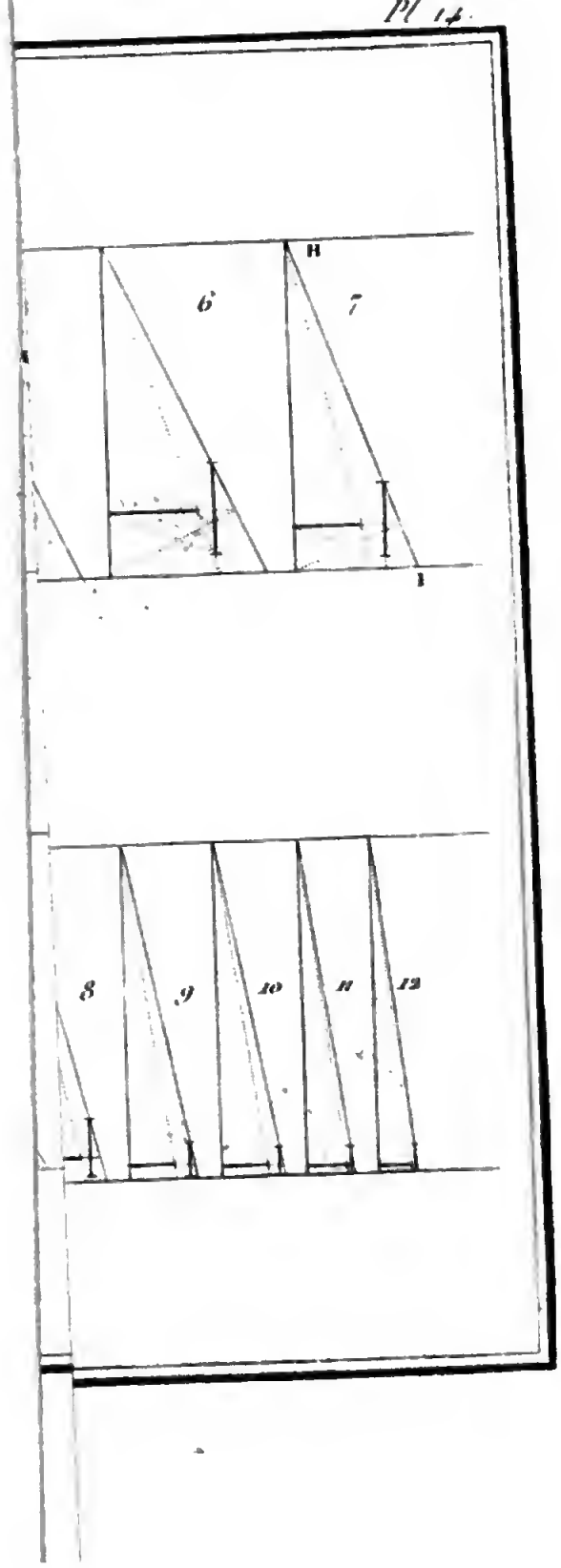


TABLE de cubes pour ſervir au calcul de la ſtabilité, ou ſe procurer la valeur réſultante de l'expreſſion $\frac{2}{3}\int y^3 dx$, *page* 20.

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
0,01	0,000001	0,37	0,050653	0,73	0,389017	1,09	1,29
0,02	0,000008	0,38	0,054872	0,74	0,405224	1,10	1,33
0,03	0,000027	0,39	0,059319	0,75	0,421875	1,11	1,37
0,04	0,000064	0,40	0,064000	0,76	0,438976	1,12	1,40
0,05	0,000125	0,41	0,068921	0,77	0,456533	1,13	1,44
0,06	0,000216	0,42	0,074088	0,78	0,474552	1,14	1,48
0,07	0,000343	0,43	0,079507	0,79	0,493039	1,15	1,52
0,08	0,000512	0,44	0,085184	0,80	0,512000	1,16	1,56
0,09	0,000729	0,45	0,091125	0,81	0,531000	1,17	1,60
0,10	0,001000	0,46	0,097336	0,82	0,551000	1,18	1,64
0,11	0,001331	0,47	0,103823	0,83	0,572000	1,19	1,68
0,12	0,001728	0,48	0,110592	0,84	0,593000	1,20	1,72
0,13	0,002197	0,49	0,117649	0,85	0,614000	1,21	1,77
0,14	0,002744	0,50	0,125000	0,86	0,636000	1,22	1,82
0,15	0,003375	0,51	0,132651	0,87	0,658000	1,23	1,86
0,16	0,004096	0,52	0,140608	0,88	0,681000	1,24	1,91
0,17	0,004913	0,53	0,148877	0,89	0,705000	1,25	1,95
0,18	0,005832	0,54	0,157464	0,90	0,729000	1,26	2,00
0,19	0,006859	0,55	0,166375	0,91	0,754000	1,27	2,05
0,20	0,008000	0,56	0,175616	0,92	0,779000	1,28	2,09
0,21	0,009261	0,57	0,185193	0,93	0,804000	1,29	2,15
0,22	0,010648	0,58	0,195112	0,94	0,831000	1,30	2,20
0,23	0,012167	0,59	0,205379	0,95	0,857000	1,31	2,25
0,24	0,013824	0,60	0,216000	0,96	0,885000	1,32	2,30
0,25	0,015625	0,61	0,226981	0,97	0,913000	1,33	2,35
0,26	0,017576	0,62	0,238328	0,98	0,941000	1,34	2,41
0,27	0,019683	0,63	0,250047	0,99	0,970000	1,35	2,46
0,28	0,021952	0,64	0,262144	1,00	1,000000	1,36	2,51
0,29	0,024389	0,65	0,274625	1,01	1,030000	1,37	2,57
0,30	0,027000	0,66	0,287496	1,02	1,060000	1,38	2,63
0,31	0,029791	0,67	0,300763	1,03	1,090000	1,39	2,69
0,32	0,032768	0,68	0,314432	1,04	1,120000	1,40	2,74
0,33	0,035937	0,69	0,328509	1,05	1,160000	1,41	2,80
0,34	0,039304	0,70	0,343000	1,06	1,190000	1,42	2,86
0,35	0,042875	0,71	0,357911	1,07	1,220000	1,43	2,92
0,36	0,046656	0,72	0,373248	1,08	1,260000	1,44	2,99

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
1,45	3,05	1,85	6,33	2,25	11,39	2,65	18,61
1,46	3,11	1,86	6,43	2,26	11,54	2,66	18,82
1,47	3,18	1,87	6,54	2,27	11,70	2,67	19,03
1,48	3,24	1,88	6,64	2,28	11,85	2,68	19,25
1,49	3,31	1,89	6,75	2,29	12,01	2,69	19,46
1,50	3,37	1,90	6,86	2,30	12,17	2,70	19,68
1,51	3,44	1,91	6,97	2,31	12,33	2,71	19,90
1,52	3,51	1,92	7,08	2,32	12,49	2,72	20,12
1,53	3,58	1,93	7,19	2,33	12,65	2,73	20,35
1,54	3,65	1,94	7,30	2,34	12,81	2,74	20,57
1,55	3,72	1,95	7,41	2,35	12,98	2,75	20,80
1,56	3,80	1,96	7,53	2,36	13,14	2,76	21,02
1,57	3,87	1,97	7,64	2,37	13,31	2,77	21,25
1,58	3,94	1,98	7,76	2,38	13,48	2,78	21,48
1,59	4,02	1,99	7,88	2,39	13,65	2,79	21,72
1,60	4,10	2,00	8,00	2,40	13,82	2,80	21,95
1,61	4,17	2,01	8,12	2,41	14,00	2,81	22,19
1,62	4,25	2,02	8,24	2,42	14,17	2,82	22,43
1,63	4,33	2,03	8,36	2,43	14,35	2,83	22,66
1,64	4,41	2,04	8,49	2,44	14,53	2,84	22,91
1,65	4,49	2,05	8,61	2,45	14,71	2,85	23,15
1,66	4,57	2,06	8,74	2,46	14,89	2,86	23,39
1,67	4,66	2,07	8,87	2,47	15,07	2,87	23,64
1,68	4,74	2,08	9,00	2,48	15,25	2,88	23,89
1,69	4,83	2,09	9,13	2,49	15,44	2,89	24,14
1,70	4,91	2,10	9,26	2,50	15,62	2,90	24,39
1,71	5,00	2,11	9,39	2,51	15,81	2,91	24,64
1,72	5,09	2,12	9,53	2,52	16,00	2,92	24,90
1,73	5,18	2,13	9,66	2,53	16,19	2,93	25,15
1,74	5,27	2,14	9,80	2,54	16,39	2,94	25,41
1,75	5,36	2,15	9,94	2,55	16,58	2,95	25,67
1,76	5,45	2,16	10,08	2,56	16,78	2,96	25,93
1,77	5,54	2,17	10,22	2,57	16,97	2,97	26,20
1,78	5,64	2,18	10,36	2,58	17,17	3,98	26,46
1,79	5,73	2,19	10,50	2,59	17,37	2,99	26,73
1,80	5,83	2,20	10,65	2,60	17,58	3,00	27,00
1,81	5,93	2,21	10,79	2,61	17,78	3,01	27,27
1,82	6,03	2,22	10,94	2,62	17,98	3,02	27,54
1,83	6,13	2,23	11,09	2,63	18,19	3,03	27,82
1,84	6,23	2,24	11,24	2,64	18,40	3,04	28,09

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
3,05	28,37	3,45	41,06	3,85	57,07	4,25	76,77
3,06	28,65	3,46	41,42	3,86	57,51	4,26	77,31
3,07	28,93	3,47	41,78	3,87	57,96	4,27	77,85
3,08	29,22	3,48	42,14	3,88	58,41	4,28	78,40
3,09	29,50	3,49	42,51	3,89	58,86	4,29	78,95
3,10	29,79	3,50	42,87	3,90	59,32	4,30	79,51
3,11	30,08	3,51	43,24	3,91	59,78	4,31	80,06
3,12	30,37	3,52	43,61	3,92	60,24	4,32	80,62
3,13	30,66	3,53	43,99	3,93	60,70	4,33	81,18
3,14	30,96	3,54	44,36	3,94	61,16	4,34	81,75
3,15	31,26	3,55	44,74	3,95	61,63	4,35	82,31
3,16	31,55	3,56	45,12	3,96	62,10	4,36	82,88
3,17	31,85	3,57	45,50	3,97	62,57	4,37	83,45
3,18	32,16	3,58	45,88	3,98	63,04	4,38	84,03
3,19	32,46	3,59	46,27	3,99	63,52	4,39	84,60
3,20	32,77	3,60	46,66	4,00	64,00	4,40	85,18
3,21	33,08	3,61	47,05	4,01	64,48	4,41	85,77
3,22	33,39	3,62	47,44	4,02	64,96	4,42	86,35
3,23	33,70	3,63	47,83	4,03	65,45	4,43	86,94
3,24	34,01	3,64	48,23	4,04	65,94	4,44	87,53
3,25	34,33	3,65	48,63	4,05	66,43	4,45	88,12
3,26	34,65	3,66	49,03	4,06	66,92	4,46	88,72
3,27	34,97	3,67	49,43	4,07	67,42	4,47	89,31
3,28	35,29	3,68	49,84	4,08	67,92	4,48	89,91
3,29	35,61	3,69	50,24	4,09	68,42	4,49	90,52
3,30	35,94	3,70	50,65	4,10	68,92	4,50	91,12
3,31	36,26	3,71	51,06	4,11	69,43	4,51	91,73
3,32	36,59	3,72	51,48	4,12	69,93	4,52	92,34
3,33	36,93	3,73	51,89	4,13	70,44	4,53	92,96
3,34	37,26	3,74	52,31	4,14	70,96	4,54	93,58
3,35	37,59	3,75	52,73	4,15	71,47	4,55	94,20
3,36	37,93	3,76	53,16	4,16	71,99	4,56	94,82
3,37	38,27	3,77	53,58	4,17	72,51	4,57	95,44
3,38	38,61	3,78	54,01	4,18	73,03	4,58	96,07
3,39	38,96	3,79	54,44	4,19	73,56	4,59	96,70
3,40	39,30	3,80	54,87	4,20	74,09	4,60	97,34
3,41	39,65	3,81	55,31	4,21	74,62	4,61	97,97
3,42	40,00	3,82	55,74	4,22	75,15	4,62	98,61
3,43	40,35	3,83	56,18	4,23	75,69	4,63	99,25
3,44	40,71	3,84	56,62	4,24	76,22	4,64	99,90

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
4,65	100,54	5,05	128,79	5,45	161,88	5,85	200,20
4,66	101,19	5,06	129,55	5,46	162,77	5,86	201,23
4,67	101,85	5,07	130,32	5,47	163,67	5,87	202,26
4,68	102,50	5,08	131,10	5,48	164,57	5,88	203,30
4,69	103,16	5,09	131,87	5,49	165,47	5,89	204,34
4,70	103,82	5,10	132,65	5,50	166,37	5,90	205,38
4,71	104,49	5,11	133,43	5,51	167,28	5,91	206,42
4,72	105,15	5,12	134,22	5,52	168,20	5,92	207,47
4,73	105,82	5,13	135,01	5,53	169,11	5,93	208,53
4,74	106,50	5,14	135,80	5,54	170,03	5,94	209,58
4,75	107,17	5,15	136,59	5,55	170,95	5,95	210,64
4,76	107,85	5,16	137,39	5,56	171,88	5,96	211,71
4,77	108,53	5,17	138,19	5,57	172,81	5,97	212,78
4,78	109,21	5,18	138,99	5,58	173,74	5,98	213,85
4,79	109,90	5,19	139,80	5,59	174,68	5,99	214,92
4,80	110,59	5,20	140,61	5,60	175,62	6,00	216,00
4,81	111,28	5,21	141,42	5,61	176,56	6,01	217,08
4,82	111,98	5,22	142,24	5,62	177,50	6,02	218,17
4,83	112,68	5,23	143,06	5,63	178,45	6,03	219,26
4,84	113,38	5,24	143,88	5,64	179,41	6,04	220,35
4,85	114,08	5,25	144,70	5,65	180,36	6,05	221,44
4,86	114,79	5,26	145,53	5,66	181,32	6,06	222,54
4,87	115,50	5,27	146,36	5,67	182,28	6,07	223,65
4,88	116,21	5,28	147,20	5,68	183,25	6,08	224,76
4,89	116,93	5,29	148,04	5,69	184,22	6,09	225,87
4,90	117,65	5,30	148,88	5,70	185,19	6,10	226,98
4,91	118,37	5,31	149,72	5,71	186,17	6,11	228,10
4,92	119,09	5,32	150,57	5,72	187,15	6,12	229,22
4,93	119,82	5,33	151,42	5,73	188,13	6,13	230,35
4,94	120,55	5,34	152,27	5,74	189,12	6,14	231,47
4,95	121,29	5,35	153,13	5,75	190,11	6,15	232,61
4,96	122,02	5,36	153,99	5,76	191,10	6,16	233,74
4,97	122,76	5,37	154,85	5,77	192,10	6,17	234,88
4,98	123,51	5,38	155,72	5,78	193,10	6,18	236,03
4,99	124,25	5,39	156,59	5,79	194,10	6,19	237,18
5,00	125,00	5,40	157,46	5,80	195,11	6,20	238,33
5,01	125,75	5,41	158,34	5,81	196,12	6,21	239,48
5,02	126,51	5,42	159,22	5,82	197,14	6,22	240,64
5,03	127,26	5,43	160,10	5,83	198,15	6,23	241,80
5,04	128,02	5,44	160,99	5,84	199,18	6,24	242,97

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
6,25	244,14	6,65	294,08	7,05	350,40	7,45	413,49
6,26	245,31	6,66	295,41	7,06	351,90	7,46	415,16
6,27	246,49	6,67	296,74	7,07	353,39	7,47	416,83
6,28	247,67	6,68	298,08	7,08	354,89	7,48	418,51
6,29	248,86	6,69	299,42	7,09	356,40	7,49	420,19
6,30	250,05	6,70	300,76	7,10	357,91	7,50	421,87
6,31	251,24	6,71	302,11	7,11	359,42	7,51	423,56
6,32	252,44	6,72	303,46	7,12	360,94	7,52	425,26
6,33	253,64	6,73	304,82	7,13	362,47	7,53	426,96
6,34	254,84	6,74	306,18	7,14	363,99	7,54	428,66
6,35	256,05	6,75	307,55	7,15	365,53	7,55	430,37
6,36	257,26	6,76	308,92	7,16	367,06	7,56	432,08
6,37	258,47	6,77	310,29	7,17	368,60	7,57	433,80
6,38	259,69	6,78	311,67	7,18	370,15	7,58	435,52
6,39	260,92	6,79	313,05	7,19	371,69	7,59	437,24
6,40	262,14	6,80	314,43	7,20	373,25	7,60	438,98
6,41	263,37	6,81	315,82	7,21	374,80	7,61	440,71
6,42	264,61	6,82	317,21	7,22	376,37	7,62	442,45
6,43	265,85	6,83	318,61	7,23	377,93	7,63	444,19
6,44	267,09	6,84	320,01	7,24	379,50	7,64	445,94
6,45	268,34	6,85	321,42	7,25	381,08	7,65	447,70
6,46	269,59	6,86	322,83	7,26	382,66	7,66	449,45
6,47	270,84	6,87	324,24	7,27	384,24	7,67	451,22
6,48	272,10	6,88	325,66	7,28	385,83	7,68	452,98
6,49	273,36	6,89	327,08	7,29	387,42	7,69	454,76
6,50	274,62	6,90	328,51	7,30	389,02	7,70	456,53
6,51	275,89	6,91	329,94	7,31	390,62	7,71	458,31
6,52	277,17	6,92	231,37	7,32	392,22	7,72	460,10
6,53	278,44	6,93	332,81	7,33	393,83	7,73	461,89
6,54	279,73	6,94	334,25	7,34	395,45	7,74	463,68
6,55	281,01	6,95	335,70	7,35	397,06	7,75	465,48
6,56	282,30	6,96	337,15	7,36	398,69	7,76	467,29
6,57	283,59	6,97	338,61	7,37	400,31	7,77	469,10
6,58	284,89	6,98	340,07	7,38	401,95	7,78	470,91
6,59	286,19	6,99	341,53	7,39	403,58	7,79	472,73
6,60	287,50	7,00	343,00	7,40	405,22	7,80	474,55
6,61	288,80	7,01	344,47	7,41	406,87	7,81	476,38
6,62	290,11	7,02	345,95	7,42	408,52	7,82	478,21
6,63	291,43	7,03	347,43	7,43	410,17	7,83	480,05
6,64	292,75	7,04	348,91	7,44	411,83	7,84	481,89

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
7,85	483,74	8,25	561,51	8,65	647,21	9,05	741,22
7,86	485,59	8,26	563,56	8,66	649,46	9,06	743,68
7,87	487,44	8,27	565,61	8,67	651,71	9,07	746,14
7,88	489,30	8,28	567,66	8,68	653,97	9,08	748,61
7,89	491,17	8,29	569,72	8,69	656,23	9,09	751,09
7,90	493,04	8,30	571,79	8,70	658,50	9,10	753,57
7,91	494,91	8,31	573,86	8,71	660,78	9,11	756,06
7,92	496,79	8,32	575,93	8,72	663,05	9,12	758,55
7,93	498,68	8,33	578,01	8,73	665,34	9,13	761,05
7,94	500,57	8,34	580,09	8,74	667,63	9,14	763,55
7,95	502,46	8,35	582,18	8,75	669,92	9,15	766,07
7,96	504,36	8,36	584,28	8,76	672,22	9,16	768,57
7,97	506,26	8,37	586,38	8,77	674,53	9,17	771,09
7,98	508,17	8,38	588,48	8,78	676,84	9,18	773,62
7,99	510,08	8,39	590,59	8,79	679,15	9,19	776,15
8,00	512,00	8,40	592,70	8,80	681,47	9,20	778,69
8,01	513,92	8,41	594,82	8,81	683,80	9,21	781,23
8,02	515,85	8,42	596,95	8,82	686,13	9,22	783,78
8,03	517,78	8,43	599,08	8,83	688,46	9,23	786,33
8,04	519,72	8,44	601,21	8,84	690,81	9,24	788,89
8,05	521,66	8,45	603,35	8,85	693,15	9,25	791,45
8,06	523,61	8,46	605,50	8,86	695,51	9,26	794,02
8,07	525,56	8,47	607,64	8,87	697,86	9,27	796,60
8,08	527,51	8,48	609,80	8,88	700,23	9,28	799,18
8,09	529,47	8,49	611,96	8,89	702,59	9,29	801,76
8,10	531,44	8,50	614,12	8,90	704,97	9,30	804,36
8,11	533,41	8,51	616,29	8,91	707,35	9,31	806,95
8,12	535,39	8,52	618,47	8,92	709,73	9,32	809,56
8,13	537,37	8,53	620,65	8,93	712,12	9,33	812,17
8,14	539,35	8,54	622,83	8,94	714,52	9,34	814,78
8,15	541,34	8,55	625,03	8,95	716,92	9,35	817,40
8,16	543,34	8,56	627,22	8,96	719,32	9,36	820,03
8,17	545,34	8,57	629,42	8,97	721,73	9,37	822,66
8,18	547,34	8,58	631,63	8,98	724,15	9,38	825,29
8,19	549,35	8,59	633,83	8,99	726,57	9,39	827,94
8,20	551,37	8,60	636,06	9,00	729,00	9,40	830,58
8,21	553,39	8,61	638,28	9,01	731,43	9,41	833,24
8,22	555,41	8,62	640,50	9,02	733,87	9,42	835,90
8,23	557,44	8,63	642,74	9,03	736,31	9,43	838,56
8,24	559,48	8,64	644,97	9,04	738,76	9,44	841,23

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
9,45	843,91	9,85	955,67	10,25	1076,89	10,65	1207,95
9,46	846,59	9,86	958,58	10,26	1080,05	10,66	1211,35
9,47	849,28	9,87	961,50	10,27	1083,21	10,67	1214,77
9,48	851,97	9,88	964,43	10,28	1086,37	10,68	1218,18
9,49	854,67	9,89	967,36	10,29	1089,55	10,69	1221,61
9,50	857,37	9,90	970,30	10,30	1092,73	10,70	1225,04
9,51	860,08	9,91	973,24	10,31	1095,91	10,71	1228,48
9,52	862,80	9,92	976,19	10,32	1099,10	10,72	1231,92
9,53	865,52	9,93	979,15	10,33	1102,30	10,73	1235,38
9,54	868,25	9,94	982,11	10,34	1105,51	10,74	1238,83
9,55	870,98	9,95	985,07	10,35	1108,72	10,75	1242,30
9,56	873,72	9,96	988,05	10,36	1111,93	10,76	1245,77
9,57	876,47	9,97	991,03	10,37	1115,16	10,77	1249,24
9,58	879,22	9,98	994,01	10,38	1118,39	10,78	1252,73
9,59	881,97	9,99	997,00	10,39	1121,62	10,79	1256,22
9,60	884,74	10,00	1000,00	10,40	1124,86	10,80	1259,71
9,61	887,50	10,01	1003,00	10,41	1128,11	10,81	1263 21
9,62	890,28	10,02	1006,01	10,42	1131,37	10,82	1266,72
9,63	893,06	10,03	1009,03	10,43	1134,63	10,83	1270,24
9,64	895,84	10,04	1012,05	10,44	1137,89	10,84	1273,76
9,65	898,63	10,05	1015,07	10,45	1141,17	10,85	1277,29
9,66	901,43	10,06	1018,11	10,46	1144,44	10,86	1280,82
9,67	904,23	10,07	1021,15	10,47	1147,73	10,87	1284,36
9,68	907,04	10,08	1024,19	10,48	1151,02	10,88	1287,91
9,69	909,85	10,09	1027,24	10,49	1154,32	10,89	1291,47
9,70	912,67	10,10	1030,30	10,50	1157,62	10,90	1295,03
9,71	915,50	10,11	1033,36	10,51	1160,94	10,91	1298,60
9,72	918,33	10,12	1036,43	10,52	1164,25	10,92	1302,17
9,73	921,17	10,13	1039,51	10,53	1167,58	10,93	1305,75
9,74	924,01	10,14	1042,59	10,54	1170,90	10,94	1309,34
9,75	926,86	10,15	1045,68	10,55	1174,24	10,95	1312,93
9,76	929,71	10,16	1048,77	10,56	1177,58	10,96	1316,53
9,77	932,57	10,17	1051,87	10,57	1180,93	10,97	1320,14
9,78	935,44	10,18	1054,98	10,58	1184,29	10,98	1323,75
9,79	938,31	10,19	1058,09	10,59	1187,65	10,99	1327,37
9,80	941,19	10,20	1061,21	10,60	1191,02	11,00	1331,00
9,81	944,08	10,21	1064,33	10,61	1194,39	11,01	1334,63
9,82	946,97	10,22	1067,46	10,62	1197,77	11,02	1338,27
9,83	949,86	10,23	1070,60	10,63	1201,16	11,03	1341,92
9,84	952,76	10,24	1073,74	10,64	1204,55	11,04	1345,57

Digitized by Google

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
11,05	1349,23	11,45	1501,12	11,85	1664,01	12,25	1838,27
11,06	1352,90	11,46	1505,06	11,86	1668,22	12,26	1842,77
11,07	1356,57	11,47	1509,00	11,87	1672,45	12,27	1847,28
11,08	1360,25	11,48	1512,95	11,88	1676,68	12,28	1851,80
11,09	1363,94	11,49	1516,91	11,89	1680,91	12,29	1856,33
11,10	1367,63	11,50	1520,87	11,90	1685,16	12,30	1860,87
11,11	1371,33	11,51	1524,85	11,91	1689,41	12,31	1865,41
11,12	1375,04	11,52	1528,82	11,92	1693,67	12,32	1869,96
11,13	1378,75	11,53	1532,81	11,93	1697,94	12,33	1874,52
11,14	1382,47	11,54	1536,80	11,94	1702,21	12,34	1879,08
11,15	1386,20	11,55	1540,80	11,95	1706,49	12,35	1883,65
11,16	1389,92	11,56	1544,80	11,96	1710,78	12,36	1888,23
11,17	1393,67	11,57	1548,82	11,97	1715,07	12,37	1892,82
11,18	1397,42	11,58	1552,84	11,98	1719,37	12,38	1897,41
11,19	1401,17	11,59	1556,86	11,99	1723,68	12,39	1902,01
11,20	1404,93	11,60	1560,90	12,00	1728,00	12,40	1906,62
11,21	1408,69	11,61	1564,94	12,01	1732,32	12,41	1911,24
11,22	1412,47	11,62	1568,98	12,02	1736,65	12,42	1915,86
11,23	1416,25	11,63	1573,04	12,03	1740,99	12,43	1920,50
11,24	1420,03	11,64	1577,10	12,04	1745,34	12,44	1925,13
11,25	1423,83	11,65	1581,17	12,05	1749,69	12,45	1929,78
11,26	1427,63	11,66	1585,24	12,06	1754,05	12,46	1934,43
11,27	1431,43	11,67	1589,32	12,07	1758,42	12,47	1939,10
11,28	1435,25	11,68	1593,41	12,08	1762,79	12,48	1943,76
11,29	1439,07	11,69	1597,51	12,09	1767,17	12,49	1948,44
11,30	1442,90	11,70	1601,61	12,10	1771,56	12,50	1953,12
11,31	1446,73	11,71	1605,72	12,11	1775,96	12,51	1957,82
11,32	1450,57	11,72	1609,84	12,12	1780,36	12,52	1962,51
11,33	1454,42	11,73	1613,96	12,13	1784,77	12,53	1967,22
11,34	1458,27	11,74	1618,10	12,14	1789,19	12,54	1971,93
11,35	1462,13	11,75	1622,23	12,15	1793,61	12,55	1976,66
11,36	1466,00	11,76	1626,38	12,16	1798,05	12,56	1981,38
11,37	1469,88	11,77	1630,53	12,17	1802,48	12,57	1986,12
11,38	1473,76	11,78	1634,70	12,18	1806,93	12,58	1990,86
11,39	1477,65	11,79	1638,86	12,19	1811,39	12,59	1995,62
11,40	1481,54	11,80	1643,03	12,20	1815,85	12,60	2000,38
11,41	1485,45	11,81	1647,21	12,21	1820,32	12,61	2005,14
11,42	1489,35	11,82	1651,40	12,22	1824,79	12,62	2009,92
11,43	1493,27	11,83	1655,59	12,23	1829,28	12,63	2014,70
11,44	1497,19	11,84	1659,80	12,24	1833,77	12,64	2019,49

Racines.

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
12,65	2024,28	13,05	2222,45	13,45	2433,14	13,85	2656,74
12,66	2029,09	13,06	2227,56	13,46	3438,57	13,86	2662,50
12,67	2033,90	13,07	2232,68	13,47	2444,01	13,87	2668,27
12,68	2038,72	13,08	2237,81	13,48	2449,46	13,88	2674,04
12,69	2043,55	13,09	2242,94	13,49	2454,91	13,89	2679,83
12,70	2048,38	13,10	2248,09	13,50	2460,37	13,90	2685,62
12,71	2053,22	13,11	2253,24	13,51	2465,85	13,91	2691,42
12,72	2058,08	13,12	2258,40	13,52	2471,33	13,92	2697,23
12,73	2062,93	13,13	2263,57	13,53	2476,81	13,93	2703,04
12,74	2067,80	13,14	2268,75	13,54	2482,31	13,94	2708,87
12,75	2072,67	13,15	2273,93	13,55	2487,81	13,95	2714,70
12,76	2077,55	13,16	2279,12	13,56	2493,33	13,96	2720,55
12,77	2082,44	13,17	2284,32	13,57	2498,85	13,97	2726,40
12,78	2087,34	13,18	2289,53	13,58	2504,37	13,98	2732,26
12,79	2092,24	13,19	2294,74	13,59	2509,91	13,99	2738,12
12,80	2097,15	13,20	2299,97	13,60	2515,46	14,00	2744,00
12,81	2102,07	13,21	2305,20	13,61	2521,01	14,01	2749,88
12,82	2107,00	13,22	2310,44	13,62	2526,57	14,02	2755,78
12,83	2111,93	13,23	2315,68	13,63	2532,14	14,03	2761,68
12,84	2116,87	13,24	2320,94	13,64	2537,72	14,04	2767,59
12,85	2121,82	13,25	2326,20	13,65	2543,30	14,05	2773,50
12,86	2126,78	13,26	2331,47	13,66	2548,90	14,06	2779,43
12,87	2131,75	13,27	2336,75	13,67	2554,50	14,07	2785,37
12,88	2136,72	13,28	2342,04	13,68	2560,11	14,08	2791,31
12,89	2141,70	13,29	2347,33	13,69	2565,73	14,09	2797,26
12,90	2146,69	13,30	2352,64	13,70	2571,35	14,10	2803,22
12,91	2151,68	13,31	2357,95	13,71	2576,99	14,11	2809,19
12,92	2156,69	13,32	2363,27	13,72	2582,63	14,12	2815,17
12,93	2161,70	13,33	2368,59	13,73	2588,28	14,13	2821,15
12,94	2166,72	13,34	2373,93	13,74	2593,94	14,14	2827,15
12,95	2171,75	13,35	2379,27	13,75	2599,61	14,15	2833,15
12,96	2176,78	13,36	2384,62	13,76	2605,28	14,16	2839,16
12,97	2181,82	13,37	2389,98	13,77	2610,97	14,17	2845,18
12,98	2186,88	13,38	2395,35	13,78	2616,66	14,18	2851,21
12,99	2191,93	13,39	2400,72	13,79	2622,36	14,19	2857,24
13,00	2197,00	13,40	2406,10	13,80	2628,07	14,20	2863,29
13,01	2202,07	13,41	2411,49	13,81	2633,79	14,21	2869,34
13,02	2207,16	13,42	2416,89	13,82	2639,51	14,22	2875,40
13,03	2212,24	13,43	2422,30	13,83	2645,25	14,23	2881,47
13,04	2217,34	13,44	2427,72	13,84	2650,99	14,24	2887,55

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
14,25	2893,64	14,65	3144,22	15,05	3408,86	15,45	3687,95
14,26	2899,74	14,66	3150,66	15,06	3415,66	15,46	3695,12
14,27	2905,84	14,67	3157,11	15,07	3422,47	15,47	3702,29
14,28	2911,95	14,68	3163,57	15,08	3429,29	15,48	3709,48
14,29	2918,08	14,69	3170,04	15,09	3436,11	15,49	3716,67
14,30	2924,21	14,70	3176,52	15,10	3442,95	15,50	3723,87
14,31	2930,35	14,71	3183,01	15,11	3449,80	15,51	3731,09
14,32	2936,49	14,72	3189,51	15,12	3456,65	15,52	3738,31
14,33	2942,65	14,73	3196,01	15,13	3463,51	15,53	3745,54
14,34	2948,81	14,74	3202,52	15,14	3470,38	15,54	3752,78
14,35	2954,99	14,75	3209,05	15,15	3477,26	15,55	3760,03
14,36	2961,17	14,76	3215,58	15,16	3484,16	15,56	3767,29
14,37	2967,36	14,77	3222,12	15,17	3491,05	15,57	3774,56
14,38	2973,56	14,78	3228,67	15,18	3497,96	15,58	3781,83
14,39	2979,77	14,79	3235,22	15,19	3504,88	15,59	3789,12
14,40	2985,98	14,80	3241,79	15,20	3511,81	15,60	3796,42
14,41	2992,21	14,81	3248,37	15,21	3518,74	15,61	3803,72
14,42	2998,44	14,82	3254,95	15,22	3525,69	15,62	3811,04
14,43	3004,68	14,83	3261,55	15,23	3532,64	15,63	3818,36
14,44	3010,94	14,84	3268,15	15,24	3539,61	15,64	3825,69
14,45	3017,20	14,85	3274,76	15,25	3546,58	15,65	3833,04
14,46	3023,46	14,86	3281,38	15,26	3553,56	15,66	3840,39
14,47	3029,74	14,87	3288,01	15,27	3560,55	15,67	3847,75
14,48	3036,03	14,88	3294,65	15,28	3567,55	15,68	3855,12
14,49	3042,32	14,89	3301,29	15,29	3574,56	15,69	2862,50
14,50	3048,62	14,90	3307,95	15,30	3581,58	15,70	3869,89
14,51	3054,94	14,91	3314,61	15,31	3588,60	15,71	3877,29
14,52	3061,26	14,92	3321,29	15,32	3595,64	15,72	3884,70
14,53	3067,59	14,93	3327,97	15,33	3602,69	15,73	3892,12
14,54	3073,92	14,94	3334,66	15,34	3609,74	15,74	3899,55
14,55	3080,27	14,95	3341,36	15,35	3616,80	15,75	3906,98
14,56	3086,63	14,96	3348,07	15,36	3623,88	15,76	3914,43
14,57	3092,99	14,97	3354,79	15,37	3630,96	15,77	3921,89
14,58	3099,36	14,98	3361,52	15,38	3638,05	15,78	3929,35
14,59	3105,75	14,99	3368,25	15,39	3645,15	15,79	3936,83
14,60	3112,14	15,00	3375,00	15,40	3652,26	15,80	3944,31
14,61	3118,53	15,01	3381,75	15,41	3659,38	15,81	3951,80
14,62	3124,94	15,02	3388,52	15,42	3666,51	15,82	3959,31
14,63	3131,36	15,03	3395,29	15,43	3673,65	15,83	3966,82
14,64	3137,78	15,04	3402,07	15,44	3680,80	15,84	3974,34

Digitized by Google

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
15,85	3981,88	16,25	4291,02	16,65	4615,75	17,05	4956,48
15,86	3989,42	16,26	4298,94	16,66	4624,08	17,06	4965,20
15,87	3996,97	16,27	4306,88	16,67	4632,41	17,07	4973,94
15,88	4004,53	16,28	4314,82	16,68	4640,75	17,08	4982,69
15,89	4012,10	16,29	4322,78	16,69	4649,10	17,09	4991,44
15,90	4019,68	16,30	4330,75	16,70	4657,46	17,10	5000,21
15,91	4027,27	16,31	4338,72	16,71	4665,83	17,11	5008,99
15,92	4034,87	16,32	4346,71	16,72	4674,22	17,12	5017,78
15,93	4042,47	16,33	4354,70	16,73	4682,61	17,13	5026,57
15,94	4050,09	16,34	4362,71	16,74	4691,01	17,14	5035,38
15,95	4057,72	16,35	4370,72	16,75	4699,42	17,15	5044,20
15,96	4065,36	16,36	4378,75	16,76	4707,84	17,16	5053,03
15,97	4073,00	16,37	4386,78	16,77	4716,28	17,17	5061,87
15,98	4080,66	16,38	4394,83	16,78	4724,72	17,18	5070,72
15,99	4088,32	16,39	4402,88	16,79	4733,17	17,19	5079,58
16,00	4096,00	16,40	4410,94	16,80	4741,63	17,20	5088,45
16,01	4103,68	16,41	4419,02	16,81	4750,10	17,21	5097,33
16,02	4111,38	16,42	4427,10	16,82	4758,59	17,22	5106,22
16,03	4019,08	16,43	4435,19	16,83	4767,08	17,23	5115,12
16,04	4126,80	16,44	4443,30	16,84	4775,58	17,24	5124,03
16,05	4134,52	16,45	4451,41	16,85	4784,09	17,25	5132,95
16,06	4142,25	16,46	4459,53	16,86	4792,61	17,26	5141,88
16,07	4149,99	16,47	4467,67	16,87	4801,15	17,27	5150,83
16,08	4157,75	16,48	4475,81	16,88	4809,69	17,28	5159,78
16,09	4165,51	16,49	4483,96	16,89	4818,25	17,29	5168,74
16,10	4173,28	16,50	4492,12	16,90	4826,81	17,30	5177,72
16,11	4181,06	16,51	4500,30	16,91	4835,38	17,31	5186,70
16,12	4188,85	16,52	4508,48	16,92	4843,97	17,32	5195,69
16,13	4196,65	16,53	4516,67	16,93	4852,56	17,33	5204,70
16,14	4204,46	16,54	4524,87	16,94	4861,16	17,34	5213,71
16,15	4212,28	16,55	4533,09	16,95	4869,78	17,35	5222,74
16,16	4220,11	16,56	4541,31	16,96	4878,40	17,36	5231,77
16,17	4227,95	16,57	4549,54	16,97	4887,04	17,37	5240,82
16,18	4235,80	16,58	4557,78	16,98	4895,68	17,38	5249,88
16,19	4243,66	16,59	4566,03	16,99	4904,33	17,39	5258,95
16,20	4251,53	16,60	4574,30	17,00	4913,00	17,40	5268,02
16,21	4259,41	16,61	4582,57	17,01	4921,67	17,41	5277,11
16,22	4267,29	16,62	4590,85	17,02	4930,36	17,42	5286,21
16,23	4275,19	16,63	4599,14	17,03	4939,06	17,43	5295,32
16,24	4283,10	16,64	4607,44	17,04	4947,76	17,44	5304,44

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
17,45	5313,57	17,85	5687,41	18,25	6078,39	18,65	6486,89
17,46	5322,71	17,86	5696,98	18,26	6088,39	18,66	6497,33
17,47	5331,86	17,87	5706,55	18,27	6098,40	18,67	6507,78
17,48	5341,02	17,88	5716,14	18,28	6108,41	18,68	6518,24
17,49	5350,19	17,89	5725,73	18,29	6118,45	18,69	6528,72
17,50	5359,37	17,90	5735,34	18,30	6128,49	18,70	6539,20
17,51	5368,57	17,91	5744,96	18,31	6138,54	18,71	6549,70
17,52	5377,77	17,92	5754,58	18,32	6148,60	18,72	6560,21
17,53	5386,98	17,93	5764,22	18,33	6158,68	18,73	6570,73
17,54	5396,21	17,94	5773,87	18,34	6168,76	18,74	6581,26
17,55	5405,44	17,95	5783,53	18,35	6178,86	18,75	6591,80
17,56	5414,69	17,96	5793,20	18,36	6188,96	18,76	6602,35
17,57	5423,94	17,97	5802,89	18,37	6199,08	18,77	6612,91
17,58	5433,21	17,98	5812,58	18,38	6209,21	18,78	6623,49
17,59	5442,49	17,99	5822,28	18,39	6219,35	18,79	6634,07
17,60	5451,77	18,00	5832,00	18,40	6229,50	18,80	6644,67
17,61	5461,07	18,01	5841,72	18,41	6239,67	18,81	6655,28
17,62	5470,38	18,02	5851,46	18,42	6249,84	18,82	6665,90
17,63	5479,70	18,03	5861,21	18,43	6260,02	18,83	6676,53
17,64	5489,03	18,04	5870,97	18,44	6270,22	18,84	6687,17
17,65	5498,37	18,05	5880,73	18,45	6280,43	18,85	6697,83
17,66	5507,72	18,06	5890,51	18,46	6290,64	18,86	6708,49
17,67	5517,08	18,07	5900,30	18,47	6300,87	18,87	6719,17
17,68	5526,46	18,08	5910,11	18,48	6311,11	18,88	6729,86
17,69	5535,84	18,09	5919,92	18,49	6321,36	18,89	6740,56
17,70	5545,23	18,10	5929,74	18,50	6331,62	18,90	6751,27
17,71	5554,64	18,11	5939,57	18,51	6341,90	18,91	6761,99
17,72	5564,05	18,12	5949,42	18,52	6352,18	18,92	6772,72
17,73	5573,48	18,13	5959,27	18,53	6362,48	18,93	6783,47
17,74	5582,91	18,14	5969,14	18,54	6372,78	18,94	6794,22
17,75	5592,36	18,15	5979,02	18,55	6383,10	18,95	6804,99
17,76	5601,82	18,16	5988,91	18,56	6393,43	18,96	6815,77
17,77	5611,28	18,17	5998,80	18,57	6403,77	18,97	6826,56
17,78	5620,76	18,18	6008,71	18,58	6414,12	18,98	6837,36
17,79	5630,25	18,19	6018,64	18,59	6424,48	18,99	6848,18
17,80	5639,75	18,20	6028,57	18,60	6434,86	19,00	6859,00
17,81	5649,26	18,21	6038,51	18,61	6445,24	19,01	6869,84
17,82	5658,78	18,22	6048,46	18,62	6455,64	19,02	6880,68
17,83	5668,32	18,23	6058,43	18,63	6466,04	19,03	6891,54
17,84	5677,86	18,24	6068,40	18,64	6476,46	19,04	6902,41

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
19,05	6913,29	19,45	7357,98	19,85	7821,35	20,25	8303,77
19,06	6924,18	19,46	7369,34	19,86	7833,17	20,26	8316,07
19,07	6935,09	19,47	7380,70	19,87	7845,01	20,27	8328,39
19,08	6946,00	19,48	7392,08	19,88	7856,86	20,28	8340,73
19,09	6956,93	19,49	7403,47	19,89	7868,72	20,29	8353,07
19,10	6967,87	19,50	7414,87	19,90	7880,60	20,30	8365,43
19,11	6978,82	19,51	7426,29	19,91	7892,48	20,31	8377,80
19,12	6989,78	19,52	7437,71	19,92	7904,38	20,32	8390,18
19,13	7000,75	19,53	7449,15	19,93	7916,29	20,33	8402,57
19,14	7011,74	19,54	7460,60	19,94	7928,21	20,34	8414,97
19,15	7022,74	19,55	7472,06	19,95	7940,15	20,35	8427,39
19,16	7033,74	19,56	7483,53	19,96	7952,09	20,36	8439,82
19,17	7044,76	19,57	7495,01	19,97	7964,05	20,37	8452,26
19,18	7055,79	19,58	7506,51	19,98	7976,02	20,38	8464,72
19,19	7066,83	19,59	7518,02	19,99	7988,01	20,39	8477,18
19,20	7077,89	19,60	7529,54	20,00	8000,00	20,40	8489,66
19,21	7088,95	19,61	7541,07	20,01	8012,01	20,41	8502,15
19,22	7100,03	19,62	7552,61	20,02	8024,02	20,42	8514,66
19,23	7111,12	19,63	7564,16	20,03	8036,05	20,43	8527,17
19,24	7122,22	19,64	7575,73	20,04	8048,09	20,44	8539,70
19,25	7133,33	19,65	7587,31	20,05	8060,15	20,45	8552,24
19,26	7144,45	19,66	7598,90	20,06	8072,22	20,46	8564,79
19,27	7155,58	19,67	7610,50	20,07	8084,29	20,47	8577,36
19,28	7166,73	19,68	7622,11	20,08	8096,38	20,48	8589,93
19,29	7177,89	19,69	7633,74	20,09	8108,49	20,49	8602,52
19,30	7189,06	19,70	7645,37	20,10	8120,60	20,50	8615,12
19,31	7200,24	19,71	7657,02	20,11	8132,73	20,51	8627,74
19,32	7211,43	19,72	7668,68	20,12	8144,87	20,52	8640,36
19,33	7222,63	19,73	7680,35	20,13	8157,02	20,53	8653,00
19,34	7233,85	19,74	7692,04	20,14	8169,18	20,54	8665,65
19,35	7245,07	19,75	7703,73	20,15	8181,35	20,55	8678,32
19,36	7256,31	19,76	7715,44	20,16	8193,54	20,56	8690,99
19,37	7267,56	19,77	7727,16	20,17	8205,74	20,57	8703,68
19,38	7278,83	19,78	7738,89	20,18	8217,95	20,58	8716,38
19,39	7290,10	19,79	7750,64	20,19	8230,17	20,59	8729,09
19,40	7301,38	19,80	7762,39	20,20	8242,41	20,60	8741,82
19,41	7312,68	19,81	7774,16	20,21	8254,65	20,61	8754,55
19,42	7323,99	19,82	7785,94	20,22	8266,91	20,62	8767,30
19,43	7335,31	19,83	7797,73	20,23	8279,19	20,63	8780,06
19,44	7346,64	19,84	7809,53	20,24	8291,47	20,64	8792,84

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
20,65	8805,62	21,05	9327,31	21,45	9869,20	21,85	10431,68
20,66	8818,42	21,06	9340,61	21,46	9883,01	21,86	10446,01
20,67	8831,23	21,07	9353,92	21,47	9896,83	21,87	10460,35
20,68	8844,06	21,08	9367,24	21,48	9910,67	21,88	10474,71
20,69	8856,89	21,09	9380,58	21,49	9924,51	21,89	10489,08
20,70	8869,74	21,10	9393,93	21,50	9938,37	21,90	10503,46
20,71	8882,60	21,11	9407,29	21,51	9952,25	21,91	10517,85
20,72	8895,48	21,12	9420,67	21,52	9966,14	21,92	10532,26
20,73	8908,36	21,13	9434,06	21,53	9980,04	21,93	10546,68
20,74	8921,26	21,14	9447,46	21,54	9993,95	21,94	10561,12
20,75	8934,17	21,15	9460,87	21,55	10007,87	21,95	10575,56
20,76	8947,09	21,16	9474,30	21,56	10021,81	21,96	10590,02
20,77	8960,03	21,17	9487,74	21,57	10035,76	21,97	10604,50
20,78	8972,98	21,18	9501,19	21,58	10049,73	21,98	10618,99
20,79	8985,94	21,19	9514,65	21,59	10063,71	21,99	10633,49
20,80	8998,91	21,20	9528,13	21,60	10077,70	22,00	10648,00
20,81	9011,89	21,21	9541,62	21,61	10091,70	22,01	10662,53
20,82	9024,89	21,22	9555,12	21,62	10105,71	22,02	10677,07
20,83	9037,91	21,23	9568,63	21,63	10119,74	22,03	10691,62
20,84	9050,93	21,24	9582,16	21,64	10133,79	22,04	10706,19
20,85	9063,96	21,25	9595,70	21,65	10147,84	22,05	10720,76
20,86	9077,01	21,26	9609,26	21,66	10161,91	22,06	10735,36
20,87	9090,07	21,27	9622,82	21,67	10175,99	22,07	10749,96
20,88	9103,14	21,28	9636,40	21,68	10190,09	22,08	10764,58
20,89	9116,23	21,29	9649,99	21,69	10204,19	22,09	10779,21
20,90	9129,33	21,30	9663,60	21,70	10218,31	22,10	10793,86
20,91	9142,44	21,31	9677,21	21,71	10232,45	22,11	10808,52
20,92	9155,56	21,32	9690,84	21,72	10246,59	22,12	10823,19
20,93	9168,69	21,33	9704,49	21,73	10260,75	22,13	10837,88
20,94	9181,85	21,34	9718,14	21,74	10274,92	22,14	10852,58
20,95	9195,01	21,35	9731,81	21,75	10289,11	22,15	10867,29
20,96	9208,18	21,36	9745,49	21,76	10303,31	22,16	10882,01
20,97	9221,37	21,37	9759,18	21,77	10317,52	22,17	10896,75
20,98	9234,56	21,38	9772,89	21,78	10331,74	22,18	10911,50
20,99	9247,78	21,39	9786,61	21,79	10345,98	22,19	10926,27
21,00	9261,00	21,40	9800,34	21,80	10360,23	22,20	10941,05
21,01	9274,24	21,41	9814,09	21,81	10374,50	22,21	10955,84
21,02	9287,48	21,42	9827,85	21,82	10388,77	22,22	10970,64
21,03	9300,75	21,43	9841,62	21,83	10403,06	22,23	10985,46
21,04	9314,02	21,44	9855,40	21,84	10417,36	22,24	11000,29

Digitized by Google

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
22,25	11015,14	22,65	11619,96	23,05	12246,52	23,45	12995,21
22,26	11030,00	22,66	11635,36	23,06	12262,47	23,46	12911,72
22,27	11044,87	22,67	11650,77	23,07	12278,43	23,47	12928,24
22,28	11059,76	22,68	11666,19	23,08	12294,40	23,48	12944,77
22,29	11074,65	22,69	11681,63	23,09	12310,39	23,49	12961,31
22,30	11089,57	22,70	11697,08	23,10	12326,39	23,50	12977,87
22,31	11104,49	22,71	11712,55	23,11	12342,41	23,51	12994,45
22,32	11119,43	22,72	11728,03	23,12	12358,43	23,52	13011,04
22,33	11134,38	22,73	11743,52	23,13	12374,48	23,53	13027,64
22,34	11149,35	22,74	11759,03	23,14	12390,53	23,54	13044,26
22,35	11164,33	22,75	11774,55	23,15	12406,60	23,55	13060,89
22,36	11179,32	22,76	11790,08	23,16	12422,69	23,56	13077,53
22,37	11194,33	22,77	11805,63	23,17	12438,79	23,57	13094,19
22,38	11209,34	22,78	11821,19	23,18	12454,90	23,58	13110,87
22,39	11224,38	22,79	11836,76	23,19	12471,03	23,59	13127,55
22,40	11239,42	22,80	11852,35	23,20	12487,17	23,60	13144,26
22,41	11254,48	22,81	11867,95	23,21	12503,32	23,61	13160,97
22,42	11269,56	22,82	11883,57	23,22	12519,49	23,62	13177,70
22,43	11284,64	22,83	11899,20	23,23	12535,67	23,63	13194,45
22,44	11299,74	22,84	11914,84	23,24	12551,87	23,64	13211,20
22,45	11314,86	22,85	11930,50	23,25	12568,08	23,65	13227,98
22,46	11329,98	22,86	11946,17	23,26	12584,30	23,66	13244,76
22,47	11345,12	22,87	11961,85	23,27	12600,54	23,67	13261,56
22,48	11360,28	22,88	11977,55	23,28	12616,79	23,68	13278,38
22,49	11375,44	22,89	11993,26	23,29	12633,06	23,69	13295,21
22,50	11390,62	22,90	12008,99	23,30	12649,34	23,70	13312,05
22,51	11405,82	22,91	12024,73	23,31	12665,63	23,71	13328,91
22,52	11421,03	22,92	12040,48	23,32	12681,94	23,72	13345,78
22,53	11436,25	22,93	12056,25	23,33	12698,26	23,73	13362,67
22,54	11451,48	22,94	12072,03	23,34	12714,60	23,74	13379,57
22,55	11466,73	22,95	12087,82	23,35	12730,94	23,75	13396,48
22,56	11481,99	22,96	12103,63	23,36	12747,31	23,76	13413,41
22,57	11497,27	22,97	12119,45	23,37	12763,69	23,77	13430,36
22,58	11512,56	22,98	12135,29	23,38	12780,08	23,78	13447,31
22,59	11527,86	22,99	12151,14	23,39	12796,48	23,79	13464,29
22,60	11543,18	23,00	12167,00	23,40	12812,90	23,80	13481,27
22,61	11558,51	23,01	12182,88	23,41	12829,34	23,81	13498,27
22,62	11573,85	23,02	12198,77	23,42	12845,79	23,82	13515,29
22,63	11589,21	23,03	12214,67	23,43	12862,25	23,83	13532,32
22,64	11604,58	23,04	12230,59	23,44	12878,72	23,84	13549,36

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
23,85	13566,42	24,25	14260,52	24,65	14977,89	25,05	15718,94
23,86	13583,49	24,26	14278,16	24,66	14996,13	25,06	15737,77
23,87	13600,57	24,27	14295,83	24,67	15014,38	25,07	15756,62
23,88	13617,67	24,28	14313,51	24,68	15032,65	25,08	15775,48
23,89	13634,79	24,29	14331,19	24,69	15050,93	25,09	15794,36
23,90	13651,92	24,30	14348,91	24,70	15069,22	25,10	15813,25
23,91	13669,06	24,31	14366,63	24,71	15087,53	25,11	15832,16
23,92	13686,22	24,32	14384,37	24,72	15105,86	25,12	15851,08
23,93	13703,39	24,33	14402,12	24,73	15124,20	25,13	15870,02
23,94	13720,58	24,34	14419,88	24,74	15142,55	25,14	15888,97
23,95	13737,78	24,35	14437,66	24,75	15160,92	25,15	15907,94
23,96	13754,99	24,36	14455,46	24,76	15179,31	25,16	15926,92
23,97	13772,22	24,37	14473,27	24,77	15197,70	25,17	15945,92
23,98	13789,47	24,38	14491,09	24,78	15216,12	25,18	15964,94
23,99	13806,73	24,39	14508,93	24,79	15234,55	25,19	15983,96
24,00	13824,00	24,40	14526,78	24,80	15252,99	25,20	16003,01
24,01	13841,29	24,41	14544,65	24,81	15271,45	25,21	16022,07
24,02	13858,59	24,42	14562,53	24,82	15289,92	25,22	16041,14
24,03	13875,90	24,43	14580,43	24,83	15308,41	25,23	16060,23
24,04	13893,23	24,44	14598,34	24,84	14326,92	25,24	16079,34
24,05	13910,58	24,45	14616,27	24,85	15345,43	25,25	16098,45
24,06	13927,94	24,46	14634,21	24,86	15363,97	25,26	16117,59
24,07	13945,31	24,47	14652,17	24,87	15382,51	25,27	16136,74
24,08	13962,70	24,48	14670,14	24,88	15401,08	25,28	16155,90
24,09	13980,10	24,49	14688,12	24,89	15419,66	25,29	16175,08
24,10	13997,52	24,50	14706,12	24,90	15438,25	25,30	16194,28
24,11	14014,95	24,51	14724,14	24,91	15456,86	25,31	16213,49
24,12	14032,40	24,52	14742,17	24,92	15475,48	25,32	16232,71
24,13	14049,86	24,53	14760,21	24,93	15494,12	25,33	16251,95
24,14	14067,33	24,54	14778,27	24,94	15512,77	25,34	16271,21
24,15	14084,82	24,55	14796,35	24,95	15531,44	25,35	16290,48
24,16	14102,33	24,56	14814,43	24,96	15550,12	25,36	16309,77
24,17	14119,85	24,57	14832,54	24,97	15568,82	25,37	16329,07
24,18	14137,38	24,58	14850,66	24,98	15587,53	25,38	16348,38
24,19	14154,93	24,59	14868,79	24,99	15606,26	25,39	16367,72
24,20	14172,49	24,60	14886,94	25,00	15625,00	25,40	16387,06
24,21	14190,06	24,61	14905,10	25,01	15643,76	25,41	16406,43
24,22	14207,65	24,62	14923,27	25,02	15662,53	25,42	16425,80
24,23	14225,26	24,63	14941,47	25,03	15681,32	25,43	16445,20
24,24	14242,88	24,64	14959,67	25,04	15700,12	25,44	16464,60

Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.	Racines.	Cubes.
25,45	16484,03	25,59	16757,56	25,73	17034,11	25,87	17313,68
25,46	16503,47	25,60	16777,22	25,74	17053,97	25,88	17333,77
25,47	16522,92	25,61	16796,88	25,75	17073,86	25,89	17353,86
25,48	16542,39	25,62	16816,57	25,76	17093,76	25,90	17373,98
25,49	16561,87	25,63	16836,27	25,77	17113,67	25,91	17394,11
25,50	16581,37	25,64	16855,98	25,78	17133,60	25,92	17414,26
25,51	16600,89	25,65	16875,71	25,79	17153,55	25,93	17434,42
25,52	16620,42	25,66	16895,46	25,80	17173,51	25,94	17454,60
25,53	16639,97	25,67	16915,22	25,81	17193,49	25,95	17474,79
25,54	16659,53	25,68	16934,99	25,82	17213,48	25,96	17495,00
25,55	16679,10	25,69	16954,79	25,83	17233,49	25,97	17515,23
25,56	16698,70	25,70	16974,59	25,84	17253,51	25,98	17535,47
25,57	16718,30	25,71	16994,41	25,85	17273,55	25,99	17555,73
25,58	16737,92	25,72	17014,25	25,86	17293,61	26,00	17576,00

Digitized by Google

N°. 1.

Regles de proportions pour les Bâtimens marchands.

ESPECES DE BATIMENS.	Ports en lastes fortes, réduites en pieds cubiques, comptant 91 pieds cubiques pour chaque laste. P	Déplacemens en pieds cubiques, en dehors des membres. D	Longueurs de la perpendiculaire de l'étrave à celle de l'étambot. x	Plus grandes largeurs en dehors des membres. z	Distances de la ligne de flottaison au can supérieur de la rablure de la quille, mesurée au ⊕ couple. h	Aires du maître couple. $\oplus$	Hauteurs de la quille, mesurée du can supérieur de la rablure. k	Différences de tirant-d'eau. d	Aires du plan de flottaison supérieure. W
FRÉGATES.	$D^{\frac{17}{18}}$	$P^{\frac{18}{17}}$	$(56D)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{x^{\frac{4}{3}}}{1,383}$	$\frac{x}{8,1}$	$\frac{1,705\,D}{x^{1+\frac{1}{40}}}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{4,64}$	$\frac{x^{\frac{3}{4}}}{23,3}$	$\frac{x^{1+\frac{1}{30}}}{1,49}$
HECKBOTTS *ou* PINQUES.	$D^{\frac{19}{20}}$	$P^{\frac{20}{19}}$	$(54D)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{x^{\frac{4}{3}}}{1,429}$	$\frac{x^{1-\frac{1}{60}}}{7,547}$	$\frac{1,729\,D}{x^{1+\frac{1}{27}}}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{5,66}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{17,5}$	$\frac{x^{1+\frac{1}{24}}}{1,5}$
CHATTES *ou* BARQUES.	$D^{\frac{21}{22}}$	$P^{\frac{22}{21}}$	$(52D)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{x^{\frac{4}{3}}}{1,476}$	$\frac{x^{1-\frac{1}{30}}}{7,032}$	$\frac{1,76\,D}{x^{1+\frac{1}{20}}}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{8,4}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{18,8}$	$\frac{x^{1+\frac{2}{20}}}{1,5}$
BATIMENS PLATS *ou* de peu de tirant-d'eau.	$1,07\,D^{\frac{22}{21}}$	$\frac{P^{\frac{22}{21}}}{1,07}$	$(63D)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{x^{\frac{4}{3}}}{1,6}$	$\frac{x^{1-\frac{1}{10}}}{6,436}$	$\frac{2,1\,D}{x^{1+\frac{1}{10}}}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{9,8}$	$\frac{x^{\frac{2}{3}}}{24}$	$\frac{x^{1+\frac{2}{30}}}{1,4}$

Suite des regles de proportions pour les Bâtimens marchands. N°. 1.

ESPECES DE BATIMENS.	Quantités dont le centre de gravité de déplacement eſt en deſſous de la ligne de flottaiſon. V	$\int \frac{2}{3} \times \frac{y^3 dx}{D}$. S	Parties de la diſtance entre le centre de gravité du déplacement & la ligne de flottaiſon, dont le centre de gravité du Vaiſſeau & de ſa charge ſe trouve au-deſſous de la flottaiſon.	Diſtances du métacentre au centre de gravité du Vaiſſeau avec ſa charge. L	Momens de ſtabilité abſolus. M
FRÉGATES.	$\frac{x^{\frac{7}{6}}}{48}$	$\frac{x^{\frac{1}{2}}}{1,289}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{49,65\,x^{\frac{1}{2}} - x^{\frac{7}{6}}}{64}$	$\frac{x^3}{56}\left(\frac{49,65x^{\frac{1}{2}} - x^{\frac{7}{6}}}{64}\right)$
HECKBOTTS *ou* PINQUES.	$\frac{x^{\frac{139}{120}}}{45,54}$	$\frac{x^{\frac{21}{40}}}{1,651}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{38,8\,x^{\frac{21}{40}} - x^{\frac{139}{120}}}{64}$	$\frac{x^3}{54}\left(\frac{38,8x^{\frac{21}{40}} - x^{\frac{139}{120}}}{64}\right)$
CHATTES *ou* BARQUES.	$\frac{x^{\frac{23}{20}}}{43,2}$	$\frac{x^{\frac{11}{20}}}{2,147}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{30\,x^{\frac{11}{20}} - x^{\frac{23}{20}}}{64}$	$\frac{x^3}{52}\left(\frac{30\,x^{\frac{11}{20}} - x^{\frac{23}{20}}}{64}\right)$
BATIMENS PLATS *ou* de peu de tirant-d'eau.	$\frac{x}{26}$	$\frac{x^{\frac{1}{2}}}{1,341}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{24,23\,x^{\frac{1}{2}} - x}{32,5}$	$\frac{x^3}{63}\left(\frac{24,23\,x^{\frac{1}{2}} - x}{32,5}\right)$

N°. 2.

Proportions de Bâtimens Marchands, calculées d'après les regles de la Table précédente N°. 1. Frégates.

Numéros.	Poids en lasses fortes.	Déplacemens.	Longueurs de tête en tête.	Largeurs.	Aires du maître couple.	Tirant-d'eau au ✥ sur la quille.	Tirant-d'eau. de l'arrie.	Tirant-d'eau. de l'ava.	Haut. de la qui.	Aire du plan de flottaison supér.	Quantités dont le centre de gravité est en avant du mi.	Quant. dont le ✥ est en av. du mil. de la long. de tête en tête.
		pi. cub.	pieds.	pieds.	pi. qua.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds	pi. qu.	pieds	pieds.
1	500	85510	168,6	43,71	760,9	20,81	23,62	21,61	1,66	5853	2,37	12,04
2	480	81890	166,1	43,21	739,5	20,51	23,30	21,31	1,65	5700	2,33	11,86
3	460	78280	163,6	42,69	717,9	20,20	22,97	21,00	1,64	5545	2,30	11,69
4	440	74680	161,1	42,16	694,4	19,89	22,63	20,71	1,63	5388	2,26	11,51
5	420	71090	158,5	41,61	673,8	19,57	22,29	20,37	1,62	5229	2,23	11,32
6	400	67520	155,8	41,04	651,3	19,23	21,92	20,03	1,61	5066	2,18	11,13
7	380	63950	153,0	40,45	628,4	18,89	21,56	19,69	1,60	4900	2,05	10,93
8	360	60390	150,1	39,84	605,2	18,53	21,17	19,33	1,59	4732	2,10	10,72
9	340	56840	147,1	39,20	581,5	18,16	20,77	18,96	1,58	4560	2,07	10,51
10	320	53310	144,0	38,53	557,5	17,78	20,36	18,57	1,56	4384	2,03	10,29
11	300	49790	140,7	37,84	533,0	17,38	19,93	18,17	1,55	4205	1,98	10,05
12	280	46280	137,4	37,11	508,0	16,96	19,47	17,75	1,53	4022	1,93	9,81
13	260	42790	133,8	36,34	482,3	16,52	19,00	17,31	1,52	3833	1,88	9,56
14	240	39310	130,1	35,53	456,2	16,06	18,50	16,86	1,50	3640	1,82	9,29
15	220	35850	126,1	34,66	429,6	15,57	17,98	16,36	1,48	3442	1,77	9,01
16	200	32410	122,0	33,75	401,7	15,06	17,42	15,85	1,46	3234	1,72	8,71
17	180	28990	117,5	32,75	373,3	14,51	16,82	15,29	1,44	3022	1,65	8,39
18	160	25590	112,7	31,68	343,9	13,92	16,18	14,70	1,42	2799	1,58	8,05
19	140	22220	107,5	30,50	315,5	13,28	15,49	14,05	1,39	2568	1,51	7,68
20	120	18870	101,8	29,21	281,4	12,57	14,72	13,35	1,36	2324	1,43	7,27
21	100	15557	95,5	27,75	247,8	11,79	13,87	12,56	1,33	2066	1,34	6,82
22	90	13915	92,0	26,93	230,3	11,36	13,40	12,12	1,31	1929	1,30	6,57
23	80	12283	88,3	26,05	212,1	10,90	12,90	11,66	1,28	1790	1,24	6,31
24	70	10664	84,2	25,08	193,2	10,40	12,34	11,15	1,26	1640	1,17	6,01
25	60	9058	79,7	24,02	173,6	9,85	11,73	10,59	1,23	1484	1,11	5,69
26	50	7468	74,8	22,81	152,8	9,23	11,06	9,97	1,20	1318	1,05	5,34
27	40	5896	69,1	21,42	130,8	8,53	10,29	9,26	1,16	1141	0,97	4,94
28	30	4348	62,4	19,79	107,1	7,71	9,37	8,41	1,12	947	0,88	4,46
29	20	2830	54,1	17,61	80,7	6,68	8,23	7,37	1,06	729	0,70	3,86
30	10	1359	42,4	14,48	49,8	5,23	6,60	5,88	0,96	465	0,60	3,03

Digitized by Google

Proportions de Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table ci-contre. N°. 2.

Numéros.	Quantités dont le centre de gravité de déplacement eſt en deſſous de la flotaiſon.	Diſtances du métacentre au centre de gravité de déplacement.	Diſtances du métacentre au centre de gravité du Vaiſſ. avec la charge.	Momens de ſtabilité abſolus.	*Hauteurs du grand mât, relativement à la ſtab.* au-deſſus du cent. de grav. du Vaiſſ.	En deſſous du cent. de gravité.	Long. totale.	Poids de la maitr. ancre. sk.	liſp.	Nombres d'Equipage.	Nombres qui, × le déplacement, & divisés par la long. de tête en tête = l'aire du ✠ coup.
	pieds.	pieds.	pieds.		pieds.	pieds.	pieds.				
1	8,253	10,072	3,883	332000	94,78	15,28	110,06	16	—	57	1,500
2	8,115	10,000	3,914	320500	93,68	15,06	108,74	15	14	55	
3	7,975	9,925	3,942	308600	92,52	14,85	107,37	15	8	52	
4	7,830	9,847	3,975	296850	91,31	14,62	105,93	15	1	50	
5	7,681	9,767	4,006	284820	90,04	14,36	104,40	14	13	47	
6	7,529	9,684	4,036	272520	88,74	14,15	102,89	14	5	45	1,504
7	7,371	9,596	4,067	260100	87,37	13,90	101,27	13	17	42	
8	7,209	9,505	4,099	247500	85,95	13,64	99,59	13	8	39	
9	7,041	9,409	4,128	234650	84,43	13,37	97,80	12	16	37	
10	6,868	9,309	4,157	221550	82,84	13,10	95,94	12	4	35	
11	6,688	9,204	4,187	208500	81,16	12,82	93,98	11	12	34	
12	6,500	9,092	4,217	195200	79,40	12,52	91,92	11	—	32	1,508
13	6,305	8,975	4,245	181640	77,51	12,19	89,70	10	8	30	
14	6,101	8,848	4,273	167990	75,53	11,87	87,40	9	16	28	
15	5,886	8,713	4,299	154100	73,38	11,51	84,89	9	3	27	
16	5,659	8,568	4,324	140120	71,10	11,14	82,24	8	10	25	
17	5,419	8,410	4,346	125960	68,62	10,74	79,36	7	17	23	
18	5,162	8,237	4,365	111710	65,92	10,31	76,23	7	4	21	1,510
19	4,886	8,045	4,381	97330	62,96	9,85	72,81	6	10	19	
20	4,586	7,830	4,391	82850	59,67	9,34	69,01	5	16	17	
21	4,254	7,582	4,391	68202	55,95	8,77	64,72	5	1	15	
22	4,075	7,425	4,388	61052	53,89	8,45	62,34	4	13	13	
23	3,881	7,289	4,380	53795	51,67	8,12	59,79	4	5	12	
24	3,673	7,119	4,366	46555	49,24	7,75	56,99	3	17	11	1,525
25	3,447	6,928	4,344	39340	46,55	7,35	53,90	3	9	10	
26	3,198	6,709	4,311	32190	43,55	6,90	50,45	3	—	9	
27	2,917	6,450	4,263	25140	40,09	6,38	46,47	2	11	7	
28	2,591	6,130	4,186	18200	36,00	5,79	41,79	2	1	6	
29	2,193	5,707	4,061	11494	30,89	5,03	35,92	1	10	4	
30	1,648	5,050	3,814	5182	23,69	3,95	27,64	—	18	3	1,553

Digitized by Google

N°. 3.

Proportions pour les Bâtimens Marchands : Heckbots ou Pinques.

Numéros.	Ports en lastes fortes.	Déplacemens.	Long. de tête en tête.	Largeurs.	Aires du ✠ couple.	Tirant-d'eau au ✠ sur quille.	Tirans-d'eau.		Hauteurs de la quille.
							Arriere.	*Avant.*	
	p. cubi.	pieds.	pieds.	pieds.	p. qua.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.
4	440	69940	155,7	39,71	644,1	18,97	21,46	19,81	1,54
5	420	66600	153,2	39,20	623,8	18,67	21,14	19,60	1,53
6	400	63260	150,6	38,69	603,2	18,36	20,80	19,19	1,51
7	380	59940	147,9	38,10	580,9	18,03	20,46	18,86	1,50
8	360	56620	145,1	37,54	561,0	17,70	20,10	18,52	1,49
9	340	53310	142,3	36,94	539,3	17,35	19,73	18,17	1,48
10	320	50020	139,3	36,32	517,2	17,00	19,35	17,81	1,46
11	300	46740	136,1	35,66	494,7	16,62	18,94	17,43	1,45
12	280	43460	132,9	34,97	471,8	16,23	18,52	17,04	1,44
13	260	40200	129,5	34,26	448,3	15,82	18,08	16,62	1,42
14	240	36950	125,9	33,49	424,3	15,39	17,62	16,19	1,40
15	220	33720	122,1	32,69	399,6	14,93	17,13	15,72	1,38
16	200	30500	118,1	31,82	374,2	14,45	16,61	15,24	1,36
17	180	27300	113,8	30,90	348,0	13,94	16,05	14,71	1,34
18	160	24120	109,2	29,89	320,9	13,38	15,45	14,15	1,32
19	140	20950	104,2	28,79	292,7	12,78	14,80	13,54	1,29
20	120	17810	98,7	27,57	263,2	12,12	14,08	12,86	1,26
21	100	14703	92,6	26,20	232,1	11,38	13,28	12,11	1,23
22	90	13159	89,2	25,44	215,9	10,97	12,84	11,70	1,21
23	80	11625	85,6	24,60	199,1	10,53	12,36	11,25	1,19
24	70	10101	81,7	23,70	181,5	10,03	11,81	10,74	1,17
25	60	8588	77,4	22,69	163,3	9,54	11,28	10,24	1,14
26	50	7088	72,6	21,57	144,0	8,56	10,64	9,64	1,11
27	40	5605	67,1	20,25	123,5	8,29	9,91	8,96	1,07
28	30	4141	60,6	18,68	101,3	7,51	9,05	8,16	1,03
29	20	2702	52,6	16,67	76,6	6,53	7,96	7,15	0,97
30	10	1302	41,3	13,72	47,5	5,14	6,40	5,72	0,87

Proportions pour les Bâtimens Marchands : Heckbotts ou Pinques.
Suite de la Table ci-contre, N°. 3.

Numéros.	Aires du plan de flottaiſon ſupérieure.	Quantités dont le centre de gravité eſt en avant du milieu.	Quantités dont le ⊕ eſt en avant du vrai milieu de la longueur de tête en tête.	Quantités dont le centre de gravité de déplacement eſt en deſſous de la flottaiſon.	Diſtances du métacentre au centre de gravité du déplacement.	Diſtances du métacentre au centre de gravité du Vaiſſeau avec ſa charge.	Momens de ſtabilité abſolu.	Nombres qui, × le déplacement, & diviſés par la longueur de tête en tête = l'aire du ⊕ couple.
	pieds. qu.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.		
4	5093	2,20	11,97	7,605	8,576	3,171	221720	1,434
5	4943	2,15	11,78	7,463	8,502	3,202	213220	
6	4790	2,11	11,58	7,316	8,426	3,228	204230	
7	4634	2,07	11,37	7,165	8,347	3,257	195200	
8	4474	2,03	11,16	7,009	8,264	3,284	185940	
9	4312	2,00	10,94	6,848	8,178	3,312	176610	
10	4146	1,95	10,71	6,682	8,087	3,339	167020	1,440
11	3976	1,91	10,47	6,509	7,991	3,367	157370	
12	3804	1,87	10,22	6,329	7,890	3,394	147500	
13	3625	1,82	9,96	6,132	7,783	3,428	137810	
14	3442	1,76	9,68	5,944	7,669	3,447	126780	
15	3255	1,71	9,39	5,738	7,547	3,472	117070	1,447
16	3059	1,66	9,08	5,552	7,416	3,495	106610	
17	2859	1,60	8,75	5,289	7,273	3,519	96050	
18	2649	1,53	8,40	5,041	7,118	3,536	85262	
19	2430	1,46	8,01	4,775	6,986	3,555	74480	
20	2199	1,39	7,59	4,485	6,750	3,564	79930	1,458
21	1955	1,30	7,12	4,168	6,527	3,567	52450	
22	1827	1,25	6,86	3,990	6,401	3,569	46960	
23	1692	1,20	6,58	3,804	6,264	3,564	41430	
24	1551	1,15	6,28	3,603	6,112	3,553	35890	
25	1405	1,08	5,95	3,384	5,941	3,539	28070	1,471
26	1249	1,02	5,58	3,135	5,745	3,514	24910	
27	1081	0,95	5,16	2,870	5,514	3,475	19475	
28	898	0,87	4,66	2,553	5,228	3,415	14141	
29	690	0,77	4,04	2,166	4,852	3,316	8958	
30	441	0,70	3,17	1,634	4,271	3,113	4054	1,506

No. 4.

Proportions de Bâtimens Marchands : Chaues & Barques.

Numéros.	ports en lastes forcez.	Déplacemens.	Long. de tête en tête.	Largeurs.	Aires du ✠ couple.	Tirans-d'eau au ✠ couple sur quille.	Tirans-d'eau		Hauteurs de la quille.	Aires du plan de flottaison supérieure.	Quantités dont le centre de gravité est en avant du milieu.
							arriere.	*avant.*			
		p. cubi.	pieds.	pieds.	p. qua.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds	pieds qu.	pieds.
7	380	56880	143,5	36,02	544,1	17,30	19,58	18,12	1,43	4432	2,15
8	360	53750	140,9	35,48	524,4	16,99	19,24	17,80	1,41	4280	2,10
9	340	50620	138,1	34,91	504,4	16,66	18,89	17,47	1,40	4126	2,07
10	320	47510	135,2	34,33	484,0	16,32	18,52	17,12	1,38	3968	2,03
11	300	44400	132,2	33,70	463,2	15,97	18,15	16,77	1,37	3802	1,98
12	280	41300	129,0	33,07	441,9	15,60	17,75	16,39	1,35	3636	1,92
13	260	38230	125,7	32,39	420,2	15,22	17,33	16,00	1,33	3468	1,88
14	240	35140	122,3	31,68	397,2	14,71	16,89	15,58	1,32	3293	1,83
15	220	32080	118,6	30,92	375,0	14,38	16,42	15,14	1,30	3113	1,78
16	200	29350	115,1	30,19	353,9	13,98	16,00	14,73	1,28	2938	1,73
17	180	26000	110,6	29,23	327,1	13,44	15,41	14,18	1,25	2737	1,66
18	160	22980	106,1	28,28	301,9	12,92	14,84	13,65	1,23	2540	1,59
19	140	19983	101,3	27,25	275,6	12,35	14,22	13,07	1,20	2321	1,51
20	120	17002	96,0	26,10	248,1	11,72	13,54	12,42	1,17	2105	1,44
21	100	14046	90,1	24,81	219,2	11,02	12,78	11,71	1,13	1870	1,35
22	90	12579	86,8	24,09	204,0	10,64	12,35	11,31	1,11	1747	1,30
23	80	11155	83,4	23,33	188,7	10,23	11,91	10,90	1,09	1623	1,25
24	70	9667	79,5	22,45	171,9	9,77	11,49	10,42	1,06	1486	1,20
25	60	8225	75,3	21,51	154,8	9,28	10,86	9,91	1,03	1345	1,13
26	50	6795	70,7	20,44	136,7	8,72	10,25	9,35	1,00	1195	1,06
27	40	5378	65,4	19,20	117,4	8,09	9,56	8,69	0,96	1034	1,00
28	30	3979	59,1	17,72	96,5	7,34	8,73	7,92	0,92	859	0,90
29	20	2602	51,3	15,82	73,3	6,40	7,68	6,95	0,85	661	0,80
30	10	1258	40,3	13,04	45,7	5,07	6,19	5,56	0,76	424	0,70

Proportions

Proportions de Bâtimens Marchands : Chattes & Barques.
Suite de la Table ci-contre, N°. 4.

Numéros.	Quantités dont le ✠ couple eſt en avant du milieu de la long. de tête en tête.	Quantités dont le centre de grav. du déplac. eſt en deſſous de la flottaiſ.	Diſtances du métacentre au centre de gravité du déplacement.	Diſt. du métacentre au centre de grav. du Vaiſſeau avec ſa charge.	Momens de ſtabilité abſolue.	Haut. du grand mât, relativ. à la ſtabilité. En deſſus du centre de grav.	Haut. du grand mât, relativ. à la ſtabilité. En deſſous du centre de grav.	Haut. du grand mât, relativ. à la ſtabilité. Longueur totale.	Poids de la maîtreſſe ancre.	Nombres d'Equipages.	Nomb. qui, × le déplac. & diviſés par la long. de tête en tête = l'aire du ✠ couple.
	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.		pieds.	pieds.	pieds.	sk.	liſp	
7	11,96	6,999	7,153	2,474	140700	74,54	12,07	86,61	10	15 27	1,390
8	11,73	6,849	7,080	2,502	134400	73,41	11,88	85,29	10	6 26	
9	11,50	6,693	7,002	2,528	127980	72,21	11,65	83,86	9	17 25	
10	11,26	6,517	6,921	2,556	121440	70,95	11,43	82,38	9	8 24	
11	11,01	6,366	6,836	2,583	114690	69,61	11,19	80,80	8	19 23	
12	10,75	6,191	6,746	2,609	107780	68,20	10,94	79,14	8	10 22	
13	10,47	6,010	6,650	2,637	100810	66,69	10,69	77,38	8	1 20	
14	10,19	5,820	6,549	2,662	93570	65,05	10,41	75,46	7	12 19	
15	9,88	5,620	6,441	2,688	86230	63,30	10,12	73,42	7	3 18	
16	9,59	5,432	6,336	2,711	79590	61,63	9,87	71,50	6	14 17	
17	9,21	5,185	6,197	2,738	71180	59,38	9,48	68,86	6	5 16	
18	8,84	4,946	6,058	2,761	63460	57,15	9,12	66,27	5	14 14	1,400
19	8,44	4,687	5,905	2,778	55520	54,66	8,73	63,39	5	3 13	
20	7,99	4,406	5,733	2,797	47550	51,91	8,31	60,22	4	11 12	
21	7,50	4,095	5,735	2,808	39440	48,77	7,83	56,60	3	19 11	
22	7,23	3,925	5,412	2,809	35340	47,02	7,56	54,58	3	13 9	
23	6,95	3,748	5,307	2,811	31360	45,18	7,28	52,46	3	7 8	
24	6,62	3,549	5,169	2,806	27130	43,05	6,96	50,01	3	1 8	1,413
25	6,28	3,335	5,018	2,799	23020	40,76	6,63	47,39	2	14 7	
26	5,89	3,100	4,846	2,784	18920	38,22	6,24	44,46	2	7 6	
27	5,45	2,834	4,642	2,759	14842	35,21	5,80	41,01	2	6	
28	4,93	2,525	4,393	2,715	10806	31,68	5,28	36,96	1	12 4	
29	4,28	2,145	4,064	2,641	6871	27,24	4,62	31,86	1	4 3	
30	3,35	1,624	3,557	2,483	3125	20,95	3,69	24,64		14 3	1,464

N°. 5.

Proportions de Bâtimens Marchands de peu de tirant-d'eau, pleins, en forme de Barques.

Numéros.	Ports en lastes fortes.	Déplacemens.	Long. de tête en tête.	Largeurs.	Aires du ✠ couple.	Tirans-d'eau. Tirant-d'eau au ✠ sur quille.	Tirans-d'eau. *Arriere.*	Tirans-d'eau. *Avant.*	Hauteurs de la quille.	Aires du plan de flottaison supérieure.
		p. cub.	pieds.	pieds.	p. quar.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds quar.
10	320	44400	140,9	32,74	403,4	13,35	15,21	14,08	1,21	3908
11	300	41500	137,8	32,15	386,6	13,08	14,92	13,81	1,20	3749
12	280	38080	134,5	31,54	369,3	12,80	14,61	13,52	1,18	3588
13	260	35720	131,0	30,89	351,5	12,50	14,29	13,22	1,17	3421
14	240	32840	127,4	30,21	333,4	12,19	13,96	12,99	1,15	3250
15	220	29990	123,6	29,48	314,7	11,86	13,60	12,57	1,13	3074
16	200	27140	119,6	28,70	295,4	11,51	13,22	12,21	1,12	2891
17	180	24300	115,2	27,88	275,4	11,14	12,81	11,82	1,09	2703
18	160	21480	110,6	26,97	254,7	10,73	12,36	11,40	1,07	2506
19	140	18670	105,6	25,99	233,1	10,29	11,88	10,95	1,05	2302
20	120	15900	100,1	24,90	210,6	9,81	11,35	10,45	1,02	2086
21	100	13130	93,9	23,65	186,5	9,26	10,75	9,89	0,99	1855
22	90	11756	90,5	22,97	173,9	8,96	10,41	9,57	0,97	1734
23	80	10391	86,8	22,23	160,8	8,63	10,05	9,23	0,95	1609
24	70	9034	82,9	21,41	147,1	8,28	9,66	8,88	0,93	1476
25	60	7687	78,5	20,51	132,8	7,89	9,23	8,46	0,90	1338
26	50	6350	73,7	19,48	117,7	7,45	8,75	8,01	0,87	1190
27	40	5027	68,2	18,31	101,5	6,94	8,18	7,49	0,84	1038
28	30	3719	61,6	16,90	83,9	6,34	7,52	6,88	0,80	850
29	20	2432	53,5	15,02	64,1	5,58	6,67	6,08	0,75	658
30	10	1176	42,0	12,43	40,4	4,49	5,44	4,94	0,66	424

Digitized by Google

Proportions de Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table ci-contre. N°. 5.

Numéros.	Quantités dont le centre de gravité eſt en avant du milieu.	Quantités dont le Φ eſt en avant du milieu de la longueur de tête en tête.	Quantités dont le centre de gravité du déplacem. eſt en deſſous de la flot.	Distances du métacentre au centre de gravité du déplacement.	Distance du métac. au centre de grav. du Vaiſſeau & de la charge.	Momens de ſtabilité abſolue.	*Hauteurs du grand mât, relativement à la ſtab.* En-deſſus du c. de grav. du Vaiſſeau.	En deſſous du cent. de gravité.	Long. totale.	Nombres qui, × le déplacement, & diviſés par la long. de tête en tête = l'aire du Φ couple.
	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.		pieds.	pieds.	pieds.	
10	2,12	10,84	5,419	8,852	4,514	200400	83,64	9,55	93,19	1,280
11	2,07	10,59	5,298	8,752	4,511	187200	81,76	9,36	91,12	
12	2,05	10,34	5,172	8,648	4,505	173900	79,79	9,17	88,96	
13	1,96	10,08	5,040	8,537	4,501	160790	77,73	8,96	86,69	
14	1,91	9,80	4,901	8,418	4,495	147660	75,56	8,75	84,31	
15	1,85	9,51	4,755	8,291	4,486	134520	73,24	8,52	81,76	1,300
16	1,80	9,19	4,599	8,154	4,474	121400	70,76	8,36	79,12	
17	1,74	8,86	4,443	8,005	4,458	108340	68,13	8,01	76,14	
18	1,67	8,51	4,255	7,843	4,437	95300	65,29	7,73	73,02	
19	1,59	8,12	4,060	7,662	4,412	82400	62,20	7,42	69,62	
20	1,50	7,69	3,849	7,460	4,360	69360	58,81	7,09	65,90	1,325
21	1,41	7,22	3,610	7,225	4,336	56910	54,98	6,71	61,69	
22	1,36	6,97	3,480	7,093	4,308	50640	52,89	6,50	59,39	
23	1,31	6,68	3,339	6,949	4,277	44440	50,62	6,27	56,89	
24	1,24	6,37	3,187	6,788	4,237	38280	48,17	6,02	54,19	
25	1,18	6,04	3,020	6,608	4,190	32220	45,48	5,79	51,27	1,356
26	1,11	5,66	2,834	6,401	4,132	26240	42,49	5,44	47,93	
27	1,02	5,24	2,622	6,157	4,062	20420	39,05	5,07	44,12	
28	0,93	4,74	2,371	5,855	3,960	14727	35,02	4,65	39,67	
29	0,80	4,11	2,058	5,455	3,806	9256	30,01	4,11	34,12	
30	0,63	3,23	1,616	4,833	3,544	4170	23,00	3,33	26,33	1,442

N°. 6.

Proportions de Corſaires, d'après les formules de la page 90.

Numéros.	ARTILLERIE.								Longueurs de tête en tête de dehors en dehors.	Largeurs en dehors des membres à la ligne de flottaiſon.	Déplacemens.	$\int \frac{1}{3} y^3 dx$.	Aires du plan de flottaiſon ſupérieure.	Aires du ✠ couple.
	CANONS.				canons de chaſſe.		Pierriers.							
	En batterie.		Sur les gaill.											
	Nombres.	calib. liv.	nombres.	calib. liv.	nombres.	calib. liv.	nombres.	calib. liv.	pieds.	pieds.	p. cubi.		p. quar.	p. qua.
1	28	18	12	6	—	—	—	—	161,52	41,16	47170	558500	5086	452,3
2	26	18	10	6	—	—	—	—	155,65	39,82	42330	486200	4747	422,0
3	26	12	10	4	—	—	—	—	142,38	36,74	31910	348100	3995	350,8
4	24	12	8	4	—	—	—	—	138,24	35,78	29140	311600	3769	330,7
5	24	8	8	3	—	—	—	—	126,75	33,10	22080	225400	3184	275,3
6	22	8	—	—	—	—	—	—	119,78	31,45	18430	182060	2853	244,3
7	22	6	—	—	—	—	—	—	112,60	29,75	15064	143350	2530	213,5
8	20	6	—	—	—	—	—	—	109,84	29,09	13907	131545	2411	202,5
9	18	6	—	—	—	—	—	—	106,94	28,40	12749	118970	2288	191,1
10	16	6	—	—	—	—	—	—	103,82	27,65	11577	106470	2160	179,2
11	14	6	—	—	—	—	—	—	100,46	26,84	10395	94130	2027	166,7
12	12	6	—	—	—	—	—	—	96,76	25,96	9185	81780	1884	153,4
13	10	6	—	—	—	—	—	—	92,70	24,97	7967	69620	1734	139,4
14	8	6	—	—	—	—	—	—	88,01	23,83	6698	57300	1567	124,0
15	—	—	—	—	1	12	16	3	81,31	22,19	5175	42590	1343	104,38
16	—	—	—	—	1	8	16	2	74,60	20,54	3845	30825	1136	85,13

Digitized by Google

Proportions de Corſaires, &c.
Suite de la Table ci-contre, N°. 6.

Numéros.	Hauteurs de la flottaiſon au-deſſus de la rablure priſe au ✠ couple.	Quantités dont le centre de gravité de déplacement eſt en deſſous de la flottaiſon.	Hauteurs du métacentre au-deſſus de l'eau.	Quantités dont le centre de gravité eſt en avant du milieu.	Quantités dont le ✠ eſt en avant du milieu de la longueur de tête en tête.	Différences de tirans-d'eau.	Quantités de left en pieds cubiques d'eau de mer.	Centre de gravité du left en deſſous de la flottaiſon.	Nombres d'Equipages.	Mois de vivres.	Momens de la voilure par rapport au centre de gravité ou à la flottaiſon.	Hauteurs de la batterie au-deſſus de l'eau.	Nombres qui, × par le déplacement, & diviſés par la longueur de tête en tête = l'aire du ✠ couple.
	pieds.	pieds.	pieds	pieds	pieds	pieds	p. cub.	pieds.	nom			pieds	
1	15,40	5,84	6	1,61	8,10	1,66	4224	13,00	400	4,00	1935000	8,50	1,548
2	14,80	5,485	6	1,56	7,86	1,62	3705	12,34	381	4,00	1679100	7,—	1,552
3	13,50	4,907	6	1,42	7,21	1,53	2861	10,89	312	3,52	1303800	6,50	1,565
4	13,16	4,695	6	1,38	7,03	1,51	2616	10,45	296	3,43	1202400	6,—	1,568
5	12,10	4,205	6	1,27	6,50	1,42	2020	9,26	244	3,10	938000	5,75	1,580
6	11,40	3,878	6	1,20	6,17	1,37	1676	8,55	217	2,92	797700	5,50	1,588
7	10,70	3,582	6	1,13	5,86	1,34	1393	7,84	188	2,71	665600	5,25	1,595
8	10,40	3,459	6	1,10	5,70	1,30	1286	7,57	178	2,64	619525	5,—	1,600
9	10,10	3,331	6	1,07	5,56	1,28	1183	7,29	168	2,56	573100	4,75	1,603
10	9,80	3,197	6	1,04	5,41	1,25	1070	7,00	157	2,47	525600	4,50	1,607
11	9,50	3,055	6	1,00	5,23	1,23	959	6,68	146	2,38	477100	4,25	1,612
12	9,20	2,903	6	0,97	5,08	1,20	856	6,34	134	2,28	426855	4,—	1,616
13	8,80	2,738	6	0,93	4,89	1,17	742	5,97	121	2,16	375600	3,75	1,622
14	8,40	2,555	6	0,88	4,65	1,13	626	5,55	107	2,03	321268	3,50	1,629
15	7,70	2,230	6	0,81	4,32	1,08	503 $\frac{1}{2}$	4,97	86	1,81	254900	4,—	1,640
16	7,10	2,018	6	0,75	4,02	1,02	367	4,41	69	1,62	194850	3,75	1,651

Digitized by Google

N°. 7.

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands à trois mâts : en forme de Frégate.

Numéros.	Long. de tête en tête.	Largeurs.	Grand mât.		Grand mât de hune.		grand mât de Perroquet		Epaisseur du mât de misaine.	Petit mât de hune.		Petit mât de Perroquet		Epaisseur du mât d'artimon.	Mât de perroquet de fougue.	
			longueur.	épaisseur.	longueur.	épaisseur.	longueur.	épaisseur.		longueur.	épaisseur.	longueur.	épaisseur.		longueur.	épaisseur.
	pieds.	pieds.	pieds.	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pouc.	pieds	pouc.
1	168,6	43,71	103,0	35,2	60,0	19,2	32,5	9,7	34,0	54,0	18,2	29,0	8,7	23,5	43,5	12,9
2	166,1	43,21	102,0	34,6	59,2	19,0	32,2	9,6	33,4	53,5	18,0	28,7	8,7	23,1	43,0	12,7
3	163,6	42,69	101,0	34,1	58,5	18,7	32,0	9,5	32,7	52,7	17,7	28,5	8,6	22,7	42,5	12,6
4	161,1	42,16	99,7	33,5	57,7	18,5	31,5	9,4	32,1	52,0	17,5	28,2	8,5	22,4	42,0	12,5
5	158,5	41,61	98,5	33,0	57,0	18,2	31,0	9,2	31,5	51,2	17,2	28,0	8,4	22,0	41,5	12,4
6	155,8	41,04	97,2	32,4	56,2	18,0	30,5	9,1	30,9	50,5	17,0	27,7	8,2	21,6	41,0	12,2
7	153,0	40,45	96,0	31,7	55,5	17,7	30,0	9,0	30,2	49,7	16,7	27,2	8,1	21,2	40,5	12,0
8	150,1	39,84	94,7	31,1	54,7	17,5	29,5	8,9	29,5	49,0	16,5	26,7	8,0	20,9	40,0	11,7
9	147,1	39,20	93,5	30,5	53,7	17,0	29,0	8,7	29,0	48,2	16,1	26,2	7,9	20,2	39,5	11,5
10	144,0	38,53	92,2	29,7	52,7	16,7	28,5	8,5	28,2	47,5	15,7	25,7	7,7	19,9	39,0	11,2
11	140,7	37,84	90,5	29,0	51,7	16,5	28,0	8,4	27,5	46,7	15,4	25,2	7,6	19,4	38,5	11,0
12	137,4	37,11	88,7	28,2	50,7	16,0	27,5	8,2	26,9	45,7	15,0	24,7	7,5	19,0	37,7	10,7
13	133,8	36,34	87,0	27,5	49,7	15,7	27,0	8,0	26,1	44,7	14,6	24,2	7,4	18,4	37,0	10,5
14	130,1	35,53	85,2	26,7	48,7	15,4	26,5	7,9	25,4	43,7	14,2	23,7	7,2	18,0	36,2	10,2
15	126,1	34,66	83,2	25,9	47,5	15,0	25,7	7,6	24,5	42,7	13,9	23,2	7,1	17,2	35,5	10,0
16	122,0	33,75	81,2	25,0	46,2	14,5	25,0	7,5	23,7	41,7	13,5	22,5	6,9	16,6	34,7	9,6
17	117,5	32,75	79,0	24,0	44,7	14,0	24,2	7,2	22,7	40,5	13,1	21,7	6,6	16,0	34,0	9,5
18	112,7	31,68	76,7	23,0	43,2	13,5	23,5	7,0	21,9	39,0	12,7	21,0	6,4	15,4	33,0	8,9
19	107,5	30,50	74,0	21,7	41,7	13,0	22,5	6,7	20,6	37,5	12,4	20,2	6,1	14,6	32,0	8,5
20	101,8	29,21	71,2	20,5	40,0	12,4	21,5	6,5	19,5	36,0	12,0	19,5	5,9	13,7	30,7	8,1
21	95,5	27,75	68,0	19,2	38,0	11,6	20,5	6,1	18,2	34,0	11,2	18,5	5,5	13,0	29,2	7,7
22	92,0	26,93	66,0	18,5	37,0	11,2	20,0	6,0	17,5	33,0	10,9	18,0	5,4	12,5	28,5	7,5
23	88,3	26,05	64,0	17,6	35,7	10,9	19,2	5,7	16,7	32,0	10,5	17,5	5,1	12,0	27,7	7,2
24	84,2	25,08	62,0	16,9	34,2	10,5	18,5	5,5	16,0	30,7	10,0	16,7	5,0	11,4	27,0	7,0
25	79,7	24,02	59,5	15,9	32,7	10,0	17,7	5,2	15,0	29,5	9,5	16,0	4,7	10,6	26,0	6,7
26	74,8	22,81	56,7	14,7	31,0	9,4	16,7	5,0	14,0	28,0	9,0	15,2	4,5	9,7	24,7	6,4
27	69,1	21,42	53,5	13,6	29,2	8,7	15,7	4,7	13,0	26,2	8,2	14,2	4,2	9,0	23,5	6,0
28	62,4	19,79	49,7	12,2	27,0	8,0	14,5	4,4	11,6	24,2	7,5	13,0	4,0	8,1	21,7	5,7

Digitized by Google

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table ci-contre, N°. 7.

Numéros.	Mât de beaupré.		Epaisseur du bout-dehors du beaupré.	Longueur du ton du grand mât.		Longueur du ton du mat de misaine.		Longueur du ton du mât d'artimon.		Quantité dont le mât de misaine est en dessous du grand mât.		Grande vergue.		Grande vergue de hune.		Grande vergue de perroquet		Vergue de misaine.	
	longueur.	*épaisseur.*										*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*
	pieds	pouc.	pouc.	pie	po.	pie	po.	pie	po.	pie	po.	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pieds	pouc.
1	48,5	34,6	14,4	14	4	12	10	10	9	5	5	87,5	21,9	69,2	16,0	48,5	8,0	79,0	19,7
2	48,0	34,1	14,2	14	2	12	9	10	8	5	5	86,2	21,6	68,2	15,7	47,7	8,0	77,7	19,5
3	47,5	33,5	14,1	14	—	12	7	10	6	5	4	85,0	21,4	67,2	15,4	47,0	7,9	76,5	19,2
4	47,0	32,9	14,0	13	10	12	6	10	5	5	4	83,7	21,1	66,2	15,1	46,2	7,7	75,2	19,0
5	46,5	32,2	13,9	13	8	12	4	10	3	5	4	82,5	20,7	65,2	14,9	45,5	7,6	74,0	18,7
6	46,0	31,6	13,6	13	6	12	2	10	2	5	3	81,0	20,4	64,2	14,6	44,7	7,5	72,7	18,4
7	45,2	31,0	13,4	13	4	12	—	10	—	5	3	79,5	20,0	63,0	14,4	44,0	7,4	71,5	18,0
8	44,5	30,4	13,1	13	2	11	10	9	11	5	3	78,0	19,6	61,7	14,1	43,2	7,2	70,2	17,6
9	43,7	29,7	12,9	13	—	11	8	9	9	5	3	76,5	19,2	60,5	13,9	42,5	7,1	68,7	17,2
10	43,0	29,0	12,6	12	9	11	6	9	7	5	2	74,7	18,7	59,2	13,6	41,5	7,0	67,2	16,9
11	42,2	28,2	12,4	12	7	11	3	9	5	5	2	73,0	18,4	58,0	13,4	40,5	6,7	65,7	16,5
12	41,5	27,5	12,1	12	4	11	1	9	3	5	2	71,2	17,9	56,5	13,0	39,5	6,6	64,2	16,1
13	40,7	26,7	11,9	12	1	10	10	9	—	5	1	69,5	17,4	55,0	12,6	38,5	6,5	62,5	15,6
14	39,7	26,0	11,6	11	10	10	8	8	10	5	1	67,5	16,9	53,5	12,2	37,5	6,2	60,7	15,1
15	38,7	25,1	11,2	11	7	10	5	8	8	5	—	65,5	16,4	51,7	11,9	36,2	6,0	59,0	14,6
16	37,7	24,2	10,9	11	4	10	2	8	6	5	—	63,5	15,9	50,0	11,5	35,0	5,9	57,0	14,1
17	36,5	23,4	10,5	11	—	9	11	8	3	4	11	61,0	15,4	48,2	11,1	33,7	5,6	55,0	13,6
18	35,2	22,5	10,1	10	8	9	7	8	—	4	11	58,5	14,9	46,2	10,6	32,5	5,4	52,7	13,1
19	34,0	21,2	9,7	10	4	9	3	7	9	4	10	56,0	14,1	44,0	10,1	31,0	5,1	50,2	12,5
20	32,5	20,0	9,4	9	11	8	11	7	5	4	9	53,0	13,2	41,7	9,6	29,2	4,9	47,7	11,9
21	31,0	18,7	8,9	9	5	8	5	7	1	4	8	49,7	12,4	39,2	9,0	27,5	4,6	44,7	11,1
22	30,0	18,0	8,4	9	2	8	3	6	8	4	8	48,0	12,0	37,7	8,6	26,5	4,5	43,0	10,7
23	29,0	17,2	8,1	8	11	8	—	6	7	4	7	46,0	11,5	36,2	8,2	25,5	4,4	41,2	10,4
24	28,0	16,5	7,9	8	7	7	9	6	5	4	7	43,7	11,0	34,5	7,9	24,2	4,1	39,5	9,9
25	26,7	15,5	7,5	8	3	7	5	6	2	4	6	41,5	10,4	32,7	7,5	23,0	4,0	37,2	9,4
26	25,5	14,5	7,0	7	11	7	1	5	11	4	5	39,0	9,7	30,7	7,1	21,5	3,7	35,0	8,7
27	23,7	13,4	6,5	7	5	6	8	5	7	4	4	36,0	9,0	28,2	6,5	19,7	3,5	32,2	8,0
28	22,0	12,0	6,0	6	11	6	3	5	2	4	3	32,5	8,1	25,7	5,9	18,0	3,1	29,2	7,2

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table précédente, N°. 7.

Numéros.	Vergue du petit hunier.		vergue du petit perroquet.		Vergue ſeche.		Vergue du perroquet de fougue.		Vergue de civadiere		Vergue de contre-civadiere.		Épaiſſeur verticale des longis.				
													des hunes.			*des croiſettes.*	
	longueur.	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*grand mât.*	*miſaine.*	*artimon.*	*grand per.*	*petit per.*
	pieds	pouc.	pieds	pou	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pie	pouc.	pieds	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.	pouces
1	62,2	14,2	43,7	7,2	61,0	12,7	50,0	11,5	62	13,0	43,5	8,0	14,5	13,7	8,7	6,2	5,9
2	61,5	14,1	43,2	7,1	60,2	12,6	49,5	11,4	61	12,9	43,0	8,0	14,2	13,6	8,5	6,1	5,7
3	60,5	13,9	42,5	7,0	59,5	12,5	49,0	11,1	60	12,6	42,2	7,9	14,1	13,5	8,4	6,0	5,6
4	59,5	13,6	41,7	6,9	58,7	12,4	48,5	11,0	59	12,4	41,5	7,7	14,0	13,2	8,2	6,0	5,6
5	58,5	13,4	41,0	6,9	58,0	12,1	47,5	10,9	58	12,1	40,7	7,6	13,7	13,1	8,2	5,9	5,5
6	57,5	13,1	40,2	6,7	57,2	12,0	46,7	10,7	57	12,0	40,0	7,5	13,5	13,0	8,1	5,7	5,5
7	56,5	12,9	39,5	6,6	56,2	11,7	46,0	10,5	56	11,7	39,2	7,4	13,5	12,7	8,0	5,7	5,4
8	55,5	12,6	38,7	6,5	55,2	11,6	45,2	10,4	55	11,5	38,5	7,2	13,2	12,5	8,0	5,7	5,2
9	54,5	13,4	38,0	6,4	54,2	11,4	44,5	10,1	54	11,2	37,7	7,1	13,0	12,2	7,9	5,5	5,1
10	53,2	12,1	37,2	6,1	53,2	11,1	43,7	10,0	53	11,1	37,0	7,0	12,7	12,1	7,7	5,5	5,0
11	52,0	11,9	36,5	6,0	52,2	11,0	42,7	9,7	52	11,0	36,2	6,7	12,5	11,9	7,5	5,2	5,0
12	50,7	11,6	35,7	5,9	51,2	10,7	41,7	9,5	51	10,7	35,5	6,6	12,2	11,6	7,4	5,2	4,9
13	49,5	11,4	34,7	5,7	50,0	10,5	40,7	9,4	50	10,5	34,7	6,5	12,0	11,4	7,2	5,0	4,9
14	48,0	11,1	33,7	5,6	48,7	10,2	39,7	9,1	49	10,2	34,0	6,2	11,7	11,1	7,0	5,0	4,7
15	46,5	10,7	32,7	5,4	47,5	10,0	38,7	8,9	47	9,9	33,0	6,0	11,5	10,9	6,7	4,7	4,5
16	45,0	10,4	31,7	5,2	46,0	9,7	37,7	8,5	45	9,5	31,7	5,9	11,2	10,5	6,7	4,6	4,4
17	43,5	10,0	30,5	5,0	44,5	9,4	36,5	8,2	43	9,0	30,5	5,6	11,0	10,2	6,5	4,5	4,2
18	42,0	9,6	29,2	4,9	42,7	9,0	35,2	8,0	41	8,6	28,7	5,4	10,7	9,9	6,2	4,5	4,1
19	40,0	9,2	27,7	4,6	41,0	8,6	33,7	7,6	39	8,1	27,5	5,1	10,2	9,5	6,0	4,2	3,9
20	37,7	8,7	26,2	4,4	39,0	8,1	32,0	7,2	37	7,7	26,0	4,9	9,5	9,0	5,7	4,0	3,7
21	35,2	8,1	24,7	4,1	37,0	7,7	30,2	7,0	35	7,4	24,5	4,6	9,0	8,5	5,5	3,7	3,6
22	34,0	7,9	23,7	4,0	35,7	7,5	29,2	6,7	33	7,0	23,5	4,5	8,7	8,2	5,2	3,6	3,5
23	32,7	7,5	22,7	3,9	34,5	7,2	28,2	6,5	32	6,7	22,5	4,4	8,5	8,0	5,0	3,5	3,4
24	31,2	7,1	21,7	3,6	33,0	7,0	27,0	6,1	31	6,5	21,5	4,1	8,2	7,7	4,7	3,5	3,1
25	29,5	6,7	20,7	3,4	31,5	6,6	25,7	5,9	29	6,0	20,2	4,0	7,7	7,2	4,5	3,2	3,0
26	27,7	6,2	19,2	3,2	29,7	6,2	24,5	5,5	27	5,6	19,0	3,7	7,2	6,9	4,2	3,2	2,9
27	25,5	5,7	17,7	3,0	27,7	5,7	22,7	5,1	25	5,2	17,5	3,5	6,7	6,4	4,0	3,0	2,6
28	23,0	5,2	16,0	3,0	25,2	5,2	20,7	4,6	23	4,9	16,0	3,1	6,2	6,1	3,7	2,7	2,5

Proportions

No. 8.

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands à trois mâts : en forme de Barques.

Numéros.	Long. de tête en tête	Largeurs.	Grand mât.		Grand mât de hune.		Grand mât de Perroquet		Epaisseur du mât de misaine.	Petit mât de hune.		Petit mât de Perroquet		Epaisseur du mât d'artimon.	Mât de perroquet de fougue.	
			longueur.	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*		*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*		*longueur.*	*épaisseur.*
	pieds.	pieds.	pieds.	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pouc.	pieds	pouc.
7	143,5	36,02	86,2	25,2	47,5	15,0	25,5	7,6	24,0	42,7	14,2	23,0	7,1	16,9	36,0	10,0
8	140,9	35,48	85,0	24,7	46,7	14,7	25,2	7,5	23,5	42,0	14,0	22,7	7,0	16,5	35,5	9,9
9	138,1	34,91	83,7	24,2	46,0	14,5	25,0	7,4	23,0	41,2	13,7	22,5	6,9	16,1	35,0	9,7
10	135,2	34,33	82,5	23,7	45,2	14,2	24,5	7,2	22,5	40,5	13,5	22,2	6,7	15,9	34,5	9,5
11	132,2	33,70	81,2	23,2	44,5	14,0	24,0	7,1	22,0	39,7	13,2	21,7	6,6	15,5	34,0	9,4
12	129,0	33,07	79,7	22,6	43,7	13,4	23,5	7,0	21,5	39,0	12,9	21,2	6,5	15,1	33,5	9,1
13	125,7	32,39	78,2	22,0	42,7	13,4	23,0	6,9	21,0	38,2	12,6	20,7	6,4	14,7	33,0	8,9
14	122,3	31,68	76,7	21,4	41,7	13,0	22,5	6,7	20,6	37,5	12,2	20,2	6,2	14,2	32,2	8,6
15	118,6	30,92	75,2	20,7	40,7	12,6	22,0	6,6	19,6	36,7	12,0	19,7	6,1	13,9	31,5	8,5
16	115,1	30,19	73,5	20,0	39,7	12,4	21,5	6,5	19,0	35,7	11,7	19,2	6,0	13,4	30,7	8,2
17	110,6	29,23	71,2	19,2	38,5	11,9	20,7	6,2	18,2	34,7	11,4	18,7	5,9	12,9	30,0	7,9
18	106,1	28,28	69,0	18,7	37,2	11,4	20,0	6,0	17,4	33,5	10,9	18,0	5,6	12,2	29,2	7,6
19	101,3	27,25	66,7	17,5	35,7	10,9	19,2	5,7	16,6	32,5	10,4	17,2	5,4	11,7	28,2	7,2
20	96,0	26,10	64,2	16,5	34,2	10,4	18,5	5,5	15,4	30,7	9,9	16,5	5,1	11,0	27,2	6,9
21	90,1	24,81	61,2	15,5	32,5	9,7	17,5	5,2	14,7	29,2	9,4	15,7	4,9	10,4	26,0	6,6
22	86,8	24,09	59,7	14,9	31,5	9,5	17,0	5,1	14,1	28,5	9,1	15,2	4,7	10,0	25,5	6,4
23	83,4	23,33	58,0	14,2	30,5	9,2	16,5	5,0	13,5	27,5	8,9	14,7	4,6	9,5	24,7	6,2
24	79,5	22,45	56,0	13,6	29,5	8,9	16,0	4,7	13,0	26,5	8,5	14,2	4,5	9,1	24,0	6,0
25	75,3	21,51	53,7	12,9	28,2	8,4	15,2	4,5	12,2	25,2	8,0	13,7	4,2	8,6	23,0	5,6
26	70,7	20,44	51,2	12,1	26,7	7,9	14,5	4,2	11,6	24,0	7,4	13,0	4,0	8,1	22,0	5,2
27	65,4	19,20	48,5	11,1	25,0	7,4	13,5	4,0	10,6	22,7	7,1	12,5	3,7	7,5	21,0	5,0
28	59,1	17,72	45,0	10,0	23,2	6,7	12,5	3,7	9,4	20,7	6,5	11,2	3,5	6,7	19,5	4,5

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table précédente, N°. 8.

Numéros.	Mât de beaupré.		Epaisseur du bout-dehors de beaupré.	Longueur du ton du grand mât.		Longueur du ton du mât de misaine.		Longueur du ton du mât d'artimon.		Quantité dont le mât de misaine est en dessous du grand mât.		Grande vergue.		Grande vergue de hune.		Grande vergue de perroquet.		Vergue de misaine.	
	longueur.	*épaisseur.*										*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*	*longueur.*	*épaisseur.*
	pieds	pouc.	pouc.	pie	po.	pie	po.	pie	po.	pie	po.	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pou	pieds	pouc.
7	39,5	24,5	11,2	12	—	10	9	9	—	3	9	68,0	17,0	55,0	12,6	38,5	6,4	61,2	15,4
8	39,0	24,0	11,0	11	10	10	8	8	10	3	9	66,7	16,6	54,0	12,4	37,7	6,2	60,0	15,0
9	38,5	23,5	10,9	11	8	10	5	8	9	3	9	65,5	16,4	53,0	12,1	37,0	6,1	59,0	14,7
10	37,7	23,0	10,7	11	5	10	4	8	7	3	8	64,2	16,0	52,0	12,0	36,3	6,0	57,7	14,5
11	37,0	22,5	10,5	11	3	10	2	8	5	3	8	62,7	15,6	51,0	11,7	35,7	5,9	56,5	14,1
12	36,2	22,0	10,2	11	1	10	—	8	4	3	8	61,5	15,2	49,7	11,5	34,7	5,7	55,3	13,9
13	35,5	21,5	10,0	10	10	9	9	8	2	3	7	60,0	15,0	48,5	11,1	34,0	5,6	54,0	13,5
14	34,7	21,0	9,7	10	8	9	7	8	—	3	7	58,3	14,6	47,2	10,9	33,0	5,5	52,5	13,1
15	34,0	20,0	9,5	10	5	9	5	7	10	3	7	56,5	14,1	46,0	10,5	32,2	5,4	50,7	12,6
16	33,2	19,4	9,2	10	2	9	2	7	8	3	6	55,0	13,7	44,7	10,2	31,2	5,2	49,5	12,4
17	32,0	18,9	8,9	9	11	8	11	7	5	3	6	53,0	13,2	43,0	9,9	30,0	5,0	47,7	12,0
18	31,0	17,7	8,5	9	6	8	8	7	2	3	6	51,0	12,7	41,3	9,5	29,0	4,9	46,0	11,5
19	30,0	17,0	8,2	9	3	8	4	7	—	3	5	48,7	12,2	39,5	9,0	27,7	4,6	43,7	11,0
20	28,7	16,0	7,9	8	11	8	—	6	8	3	5	46,3	11,5	37,5	8,6	26,2	4,4	41,7	10,5
21	27,2	15,0	7,4	8	6	7	8	6	4	3	5	43,5	10,9	35,3	8,1	24,7	4,1	39,2	9,7
22	26,5	14,4	7,1	8	3	7	5	6	3	3	4	42,0	10,5	34,0	7,7	23,7	3,9	37,7	9,4
23	25,7	13,7	6,9	8	—	7	3	6	—	3	4	40,5	10,1	32,7	7,5	23,0	3,7	36,5	9,1
24	24,7	13,2	6,6	7	9	7	—	5	10	3	4	38,7	9,6	31,3	7,1	22,0	3,6	35,0	8,7
25	23,7	12,5	6,2	7	6	6	9	5	7	3	3	36,7	9,1	29,7	6,7	20,7	3,4	33,0	8,2
26	22,5	11,9	5,9	7	2	6	5	5	4	3	3	34,7	8,6	28,0	6,4	19,7	3,1	31,2	7,7
27	21,0	10,9	5,5	6	9	6	1	5	—	3	2	32,2	8,0	26,0	6,0	18,2	3,0	29,0	7,2
28	19,0	9,9	5,1	6	3	5	8	4	8	3	2	29,2	7,2	23,7	5,4	16,5	2,7	26,3	6,4

Proportions des mâts & vergues des Bâtimens Marchands, &c.
Suite de la Table ci-contre, N°. 8.

Numéros.	Vergue du petit hunier.		vergue du petit perroquet.		Vergue seche.		Vergue de perroquet de fougue.		Vergue de civadiere		Vergue de contre-civadiere.		Épaiſſeur verticale des longis.				
													des hunes.			*des croiſett.*	
	longueur.	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*longueur.*	*épaiſſeur.*	*grand mât.*	*miſaine.*	*artimon.*	*grand per.*	*petit per.*
	pieds	pouc.	pieds	pou	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pieds	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.	pouc.
7	49,5	13,4	34,5	5,7	49,7	10,4	41,7	9,6	49,5	10,2	34,5	6,4	11,2	10,7	7,0	5,0	4,6
8	48,5	11,1	34,0	5,6	48,7	10,2	41,0	9,4	48,5	10,1	34,0	6,2	11,1	10,6	6,9	4,9	4,5
9	47,7	11,0	33,3	5,5	48,0	10,0	40,3	9,2	47,7	10,0	33,3	6,1	11,0	10,4	6,7	4,7	4,4
10	46,7	10,7	32,7	5,4	47,3	9,9	39,7	9,1	46,7	9,7	32,7	6,0	10,7	10,2	6,6	4,6	4,2
11	45,7	10,5	32,2	5,2	46,3	9,7	39,0	9,0	45,7	9,6	32,2	5,9	10,7	10,0	6,5	4,5	4,1
12	44,7	10,2	31,2	5,1	45,3	9,5	38,2	8,7	44,7	9,2	31,2	5,7	10,5	9,7	6,4	4,4	4,0
13	43,7	10,0	30,7	5,0	44,3	9,2	37,3	8,5	43,7	9,1	30,7	5,6	10,2	9,6	6,2	4,4	4,0
14	42,5	9,7	29,7	4,9	43,5	9,1	36,5	8,4	42,5	8,9	29,7	5,5	10,0	9,4	6,0	4,2	4,0
15	41,5	9,5	29,0	4,7	42,5	8,9	35,7	8,2	41,5	8,7	29,0	5,4	9,7	9,1	5,9	4,1	3,9
16	40,2	9,2	28,0	4,6	41,2	8,6	34,7	8,1	40,2	8,4	28,0	5,2	9,5	8,9	5,7	4,0	3,9
17	38,7	9,0	27,0	4,5	39,7	8,4	33,5	7,7	38,7	8,1	27,0	5,0	9,2	8,6	5,5	4,0	3,7
18	37,0	8,5	26,0	4,4	48,7	8,1	32,5	7,4	37,0	7,7	26,0	4,9	9,0	8,4	5,2	3,9	3,6
19	35,5	8,2	24,7	4,2	37,2	7,7	31,2	7,1	35,5	7,4	24,7	4,6	8,5	8,0	5,0	4,7	3,4
20	33,7	7,9	23,2	4,0	35,3	7,4	29,7	6,9	33,7	7,0	23,7	4,4	8,0	7,6	4,7	3,5	3,1
21	32,7	7,4	22,2	3,7	33,7	7,0	28,2	6,6	31,7	6,6	22,2	4,1	7,7	7,2	4,6	3,4	3,0
22	30,7	7,0	21,3	3,5	32,5	6,7	27,2	6,2	30,7	6,4	21,3	3,9	7,5	7,0	4,5	3,1	2,9
23	29,5	6,7	20,7	3,2	31,2	6,5	26,2	6,0	29,5	6,1	20,7	3,7	7,2	6,7	4,4	3,0	2,9
24	28,2	6,4	19,7	3,1	30,2	6,2	25,3	5,7	28,2	5,9	19,7	3,6	7,0	6,5	4,2	3,0	2,7
25	26,7	6,1	18,7	3,0	28,7	6,0	24,2	5,5	26,7	5,6	18,7	3,4	6,5	6,1	4,0	2,9	2,6
26	25,2	5,9	17,7	2,9	27,3	5,7	23,0	5,2	25,2	5,4	17,7	3,1	6,2	5,9	3,7	2,7	2,1
27	23,5	5,4	16,3	2,7	25,5	5,4	21,5	5,0	23,5	5,0	16,3	3,0	5,7	5,5	3,5	2,5	2,4
28	21,2	4,9	15,0	2,5	23,5	4,9	19,7	4,5	21,2	4,5	15,0	2,7	5,5	5,0	3,2	2,2	2,1

Digitized by Google

FAUTES A CORRIGER.

Page 18, lignes 23 & 24, *a chang de NM*, liſez, *a changé de la diſtance NM.*

Page 23, lignes 25 & 26 de la note, *de ſon centre de gravité*, liſez, *du centre de gravité de la partie variable de cette charge.*

Idem, ligne 27, *de ſon centre de gravité*, liſez, *du centre de gravité de la partie variable de ce leſt.*

Idem, ligne 33, *la quantité d'abaiſſement de la charge*, liſez, *la quantité d'abaiſſement du centre de gravité de la partie variable de la charge.*

Page 56, ligne 4, *ſoit ABC*, liſez, *ſoit ABC*, (*fig.* 24.).

Page 61, ligne 26, *le trapéſoïde ABCD*, liſez, *le trapéſoïde ABCD*, (*fig.* 27.).

Page 77, ligne 26, *d'après les plus grands*, liſez, *depuis les plus grands.*

J'invite le Lecteur à corriger à la main les fautes indiquées ci-deſſus.

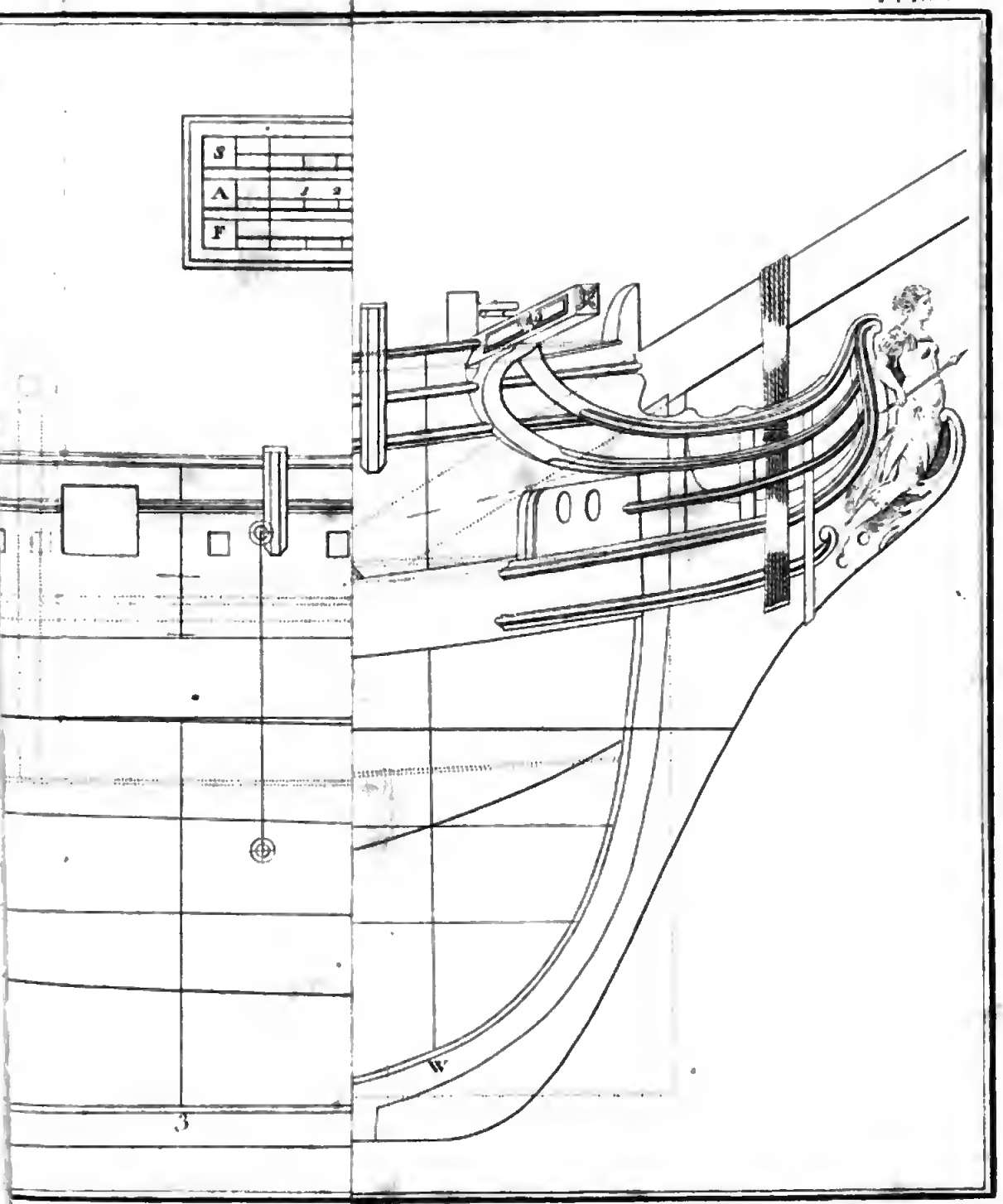
Avis au Relieur.

Les 14 premieres planches doivent être placées de maniere qu'en s'ouvrant elles puiſſent ſe voir à droite dans l'ordre qui ſuit :

Pages 28.	Planches. . . . . 1.
36.	. . . . . 2.
46.	. . . . . 3.
52.	. . . . . 4 & 5.
62.	. . . . . 6 & 7.
96.	. . . . . 8 & 9.
120.	. . . . . .10.
184.	. . . . . .11 à 14.

Les 6 dernieres planches ſeront d'abord pliées en deux & collées ſur un onglet ; elles ſeront placées tout-à-fait à la fin de l'Ouvrage.

Digitized by Google


S
A
F
1
2
3

Digitized by Google

Pl. 16.

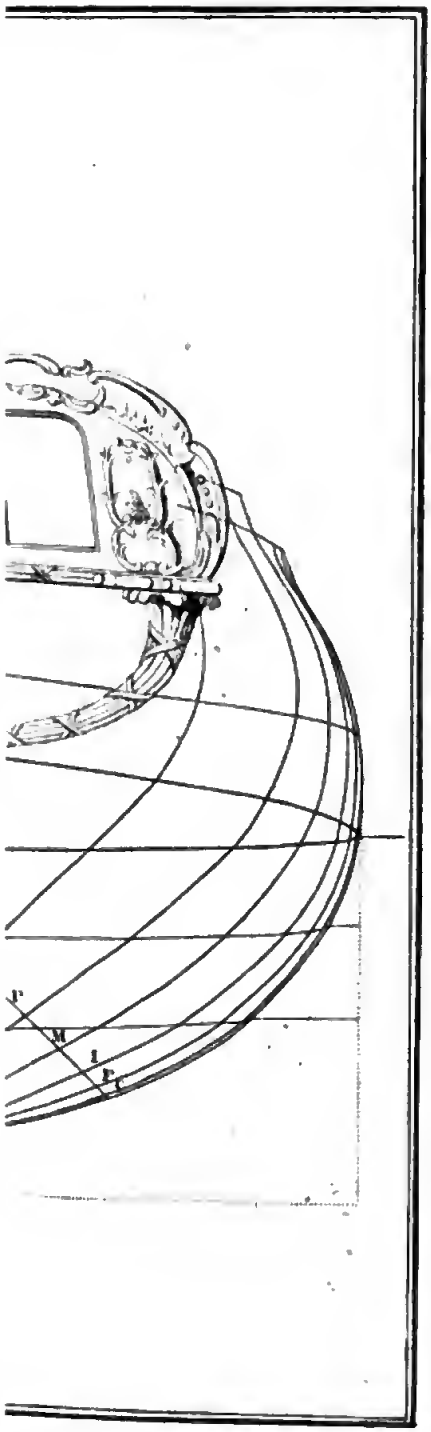
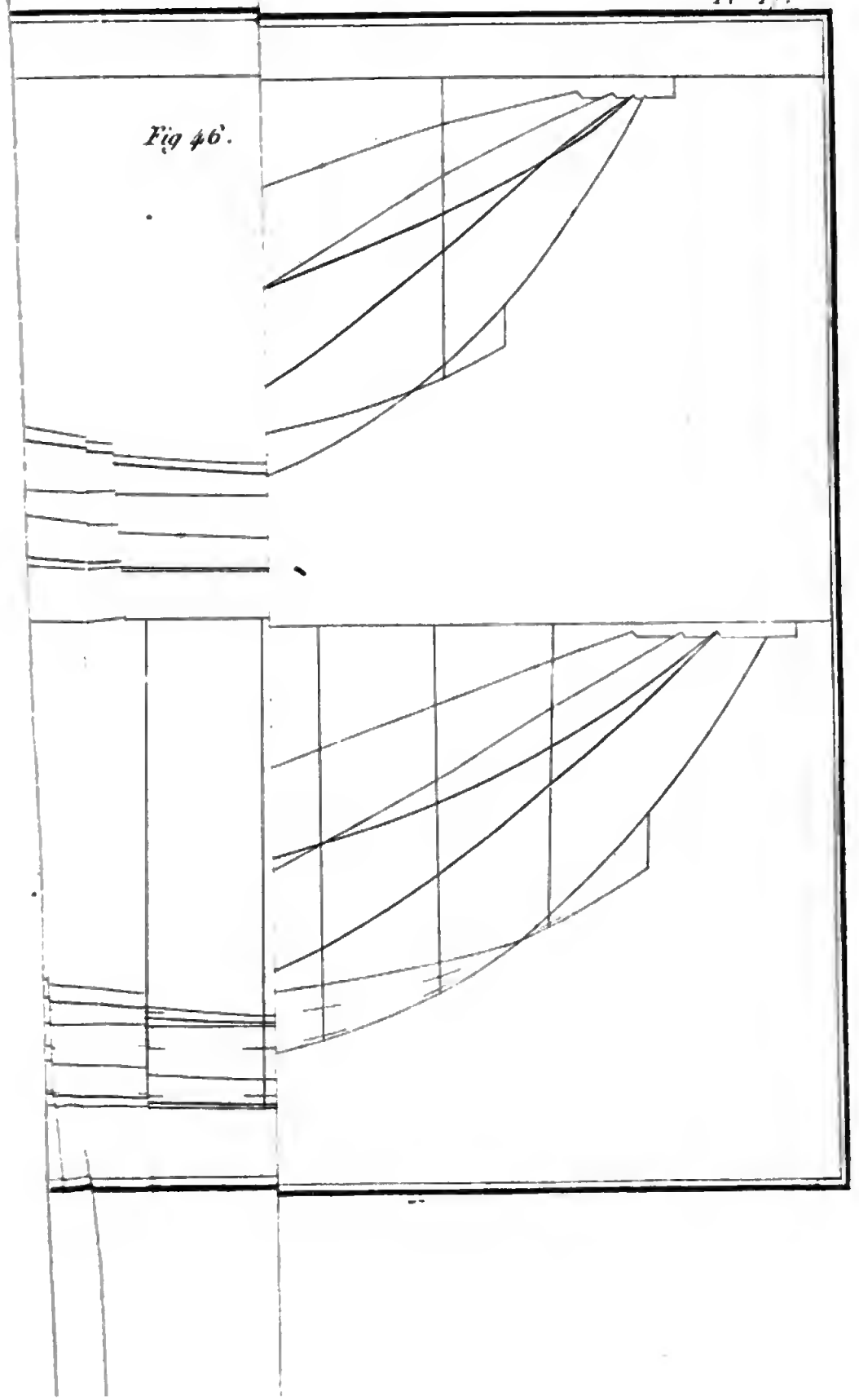
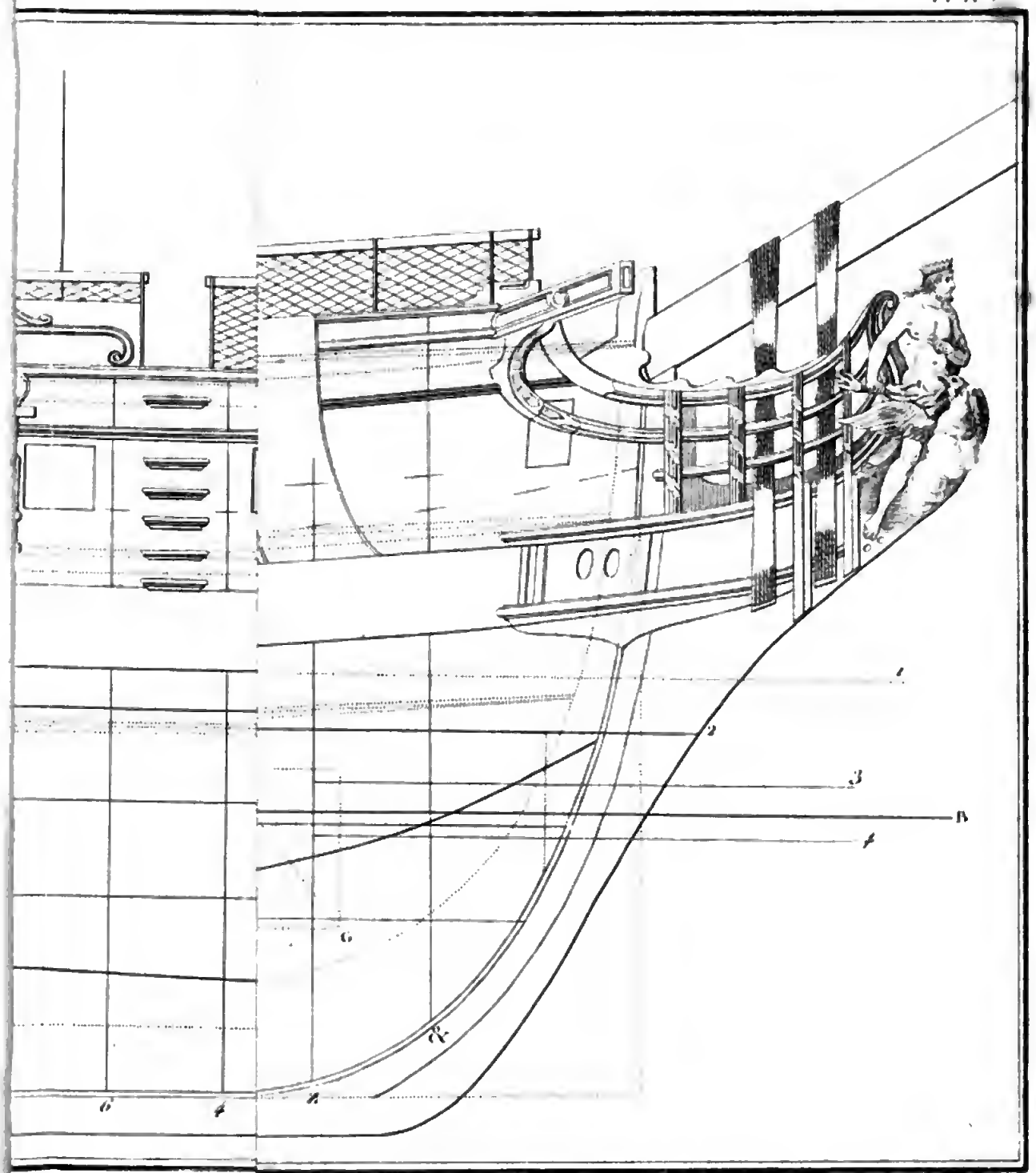


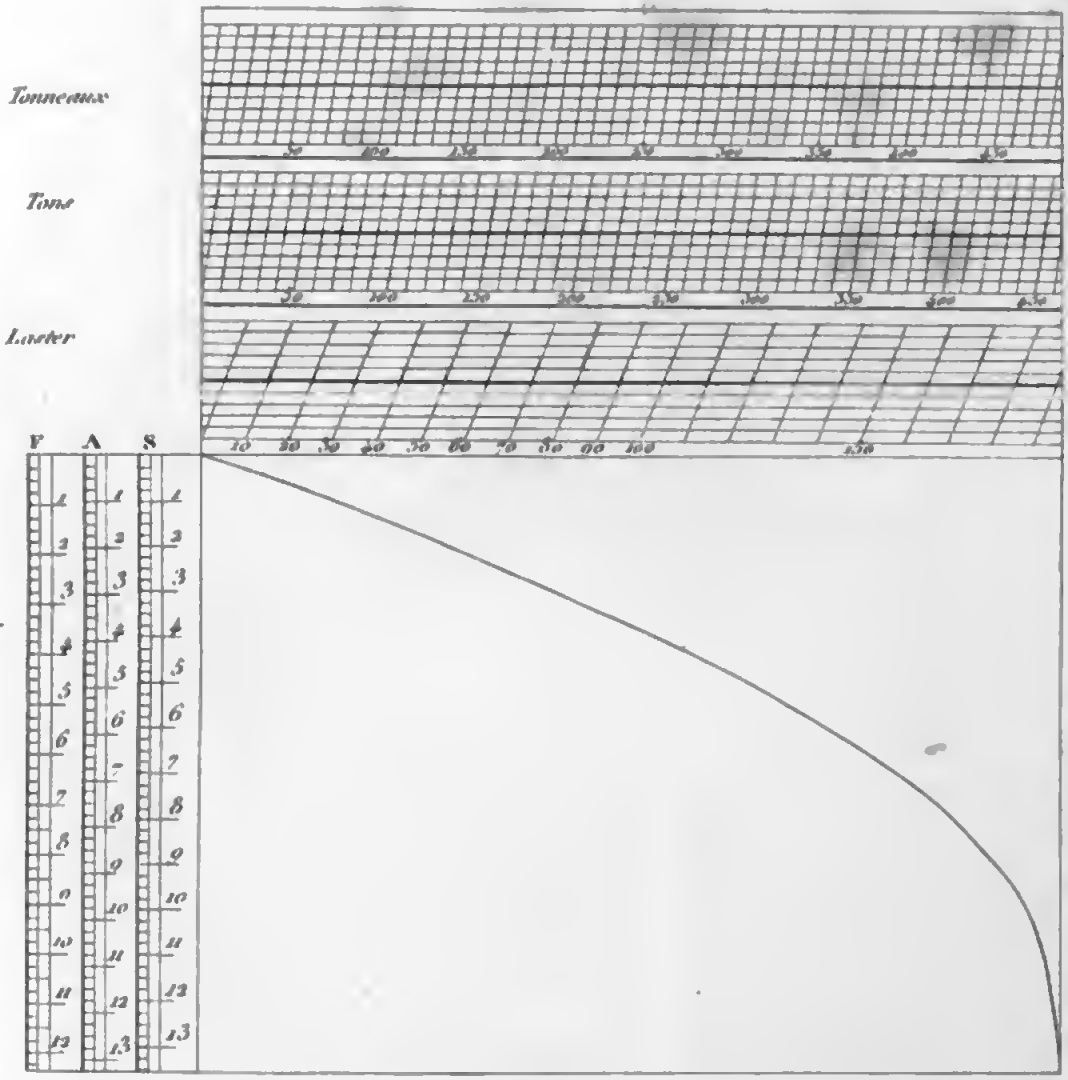
Fig 46.





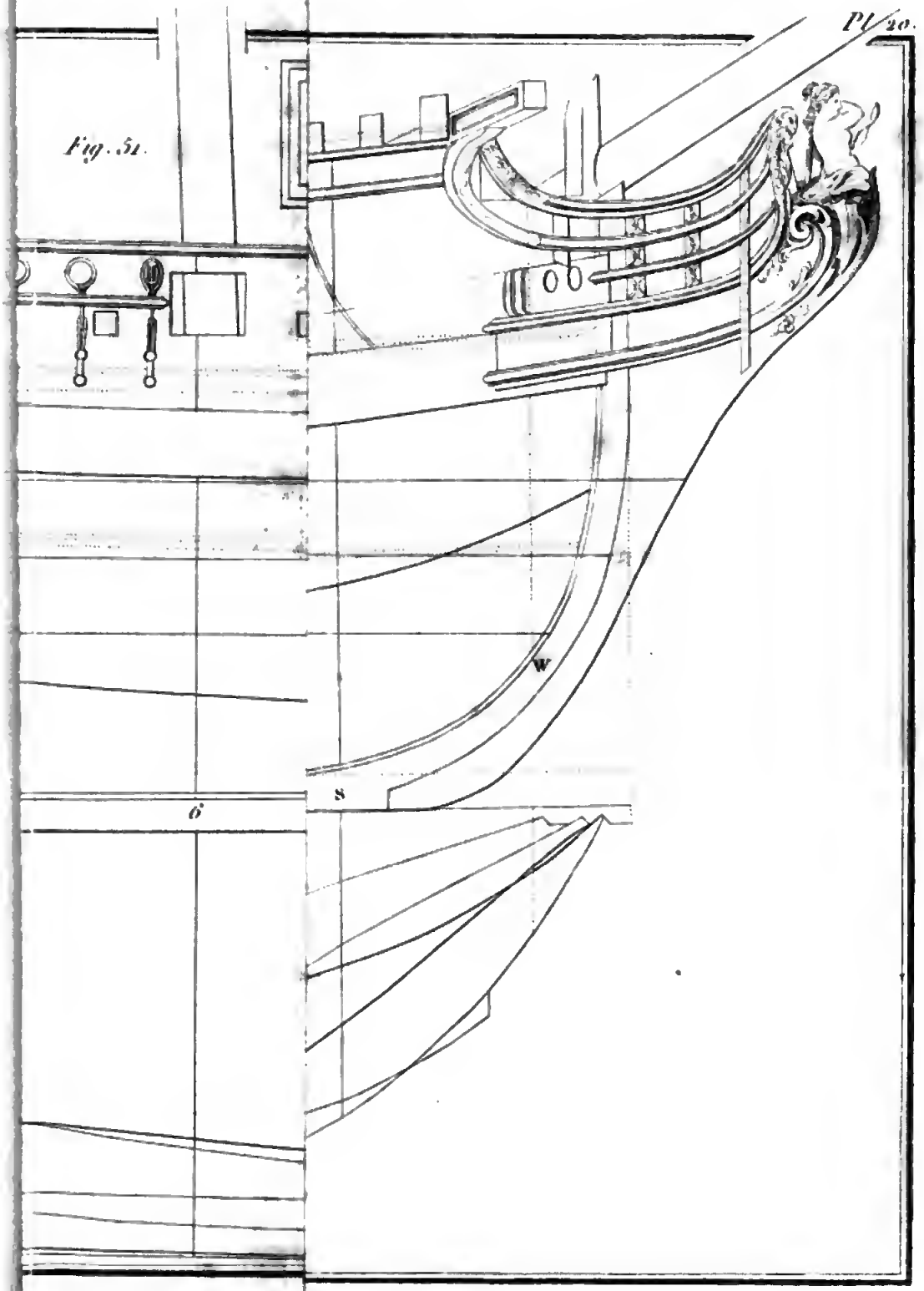
Digitized by Google

Fig. 30.



de la Gardette Sculp

Fig. 51.



Digitized by Google